



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ



ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
\_\_\_\_\_ В.Ф.Фролов  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»  
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ  
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Вдосконалення системи очищення викидів від стаціонарних  
джерел склотарного виробництва»**

Виконавець: студент групи ЕК201Мз ФЕБІТ Мельник Владислав Васильович  
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: доцент кафедри екології, к.т.н., доцент Бовсуновський Євген Олексійович  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ Явнюк А. А.  
(П.І.Б.)

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій  
Кафедра екології  
Спеціальність: 101 Екологія  
Освітньо-професійна програма: Екологія та охорона навколишнього  
середовища

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Фролов В.Ф.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на виконання дипломної роботи**  
**Мельника Владислава Васильовича**

1. Тема роботи: «Вдосконалення системи очищення викидів від стаціонарних джерел склотарного виробництва» затверджена наказом ректора від «06.10.» 2020 р. № 1938/ст.
2. Термін виконання роботи: з 7 жовтня 2020 р. по 22 грудня 2020 р.
3. Вихідні дані роботи: інформація щодо сучасних методів та обладнання вловлювання, відведення та очищення викидів.
4. Зміст пояснювальної записки: повітряне середовище приміщень гальванічного виробництва, процеси та апарати вловлювання і утилізація небезпечних речовин, що виділяються від гальванічних ванн, формулювання висновків.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

## 6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Літературний огляд та збір інформації по темі дипломної роботи	10.10.2020	
2.	Складання плану дипломної роботи	20.10.2020	
3.	Оформлення теоретичного матеріалу	25.10.2020	
4.	Планування та вибір методик досліджень	30.10.2020	
5.	Проведення досліджень	15.11.2020	
6.	Аналітична обробка отриманих результатів	16.11.2020	
7.	Аналіз отриманих результатів	18.11.2020	
8.	Оформлення практичної частини, формулювання висновків	20.11.2020	
9.	Підготовка розділу з охорони праці при проведенні наукових досліджень	22.11.2020	
10.	Оформлення дипломної роботи	30.11.2020	
11.	Захист дипломної роботи	22.12.2020	

## 7. Консультант з окремого розділу

Розділ	Консультант Посада, П.І.Б	Завдання видав Дата, підпис	Завдання прийняв Дата, підпис
Охорона праці	Доцент, к.т.н. Кажан К.І.		

8. Дата видачі завдання: «7» жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи: \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Бовсуновський Є.О.  
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_  
(підпис випускника)

Мельник В.В.  
(П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи „Вдосконалення системи очищення викидів від стаціонарних джерел склотарного виробництва” містить: сторінок 116, таблиць 27, рис.7, літературних джерел 29.

Об'єкт дослідження – видалення та очищення викидів склотарного виробництва.

Предмет дослідження – інженерно-технічні рішення очищення викидів від стаціонарних джерел.

Мета роботи – провести аналіз умов та механізмів утворення небезпечних забруднюючих речовин під час виробництва склотари; дослідити існуючі системи та обладнання по очищенню викидів; підібрати та розрахувати очисне обладнання для зменшення викидів забруднюючих речовин.

В дипломній роботі проведений аналіз відповідності викидів шкідливих речовин стаціонарних джерел склотарного виробництва нормативним значеннями ГДВ . Проведено сучасне вдосконалення системи очищення викидів методами очисних споруд, запропоновано та обґрунтовано необхідність вдосконалення очисних споруд (фільтрів) на джерелі 13, 14, і 60 оптимальні методи реалізуються 2-х ступеневою схемою. Обґрунтовано доцільність використання очисних споруд.

Результати дипломної роботи рекомендовано використовувати при проведенні досліджень та розробці схем монтажу ефективних систем очищення викидів підприємств з виробництва склотари.

джерела забруднення атмрсфери, пилоочищення газових викидів, запилений газ, очищений газ, уловлювання пилу, фільтр-циклон.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
Розділ I Загальна характеристика склотарного виробництва .....	8
1. 1. Загальна характеристика об'єкту реконструкції.....	8
1.2. Технологічний процес виробництва скляної тари.....	9
1.2.1 Технологічна схема обробки сировинних матеріалів .....	9
1.2.2 Технологічна схема виробництва .....	10
1.3. Основні сировинні, допоміжні, вогнестійкі матеріали та вимоги до них .....	11
1.3.1 Характеристика сировинних матеріалів.....	11
1.3.2 Характеристика допоміжних матеріалів.....	11
1.3.3 Характеристика вогнестійких матеріалів.....	12
1.4 Продукція склотарного виробництва .....	13
1.4.1 Номенклатура продукції, що виробляється.....	13
1.4.2 Марки скла.....	13
1.5. Енергоспоживання склотарного виробництва .....	14
Розділ II Екологічна оцінка склотарного виробництва до реконструкції.....	15
2.1. Зальна екологічна оцінка підприємства.....	15
2.2. Джерела забруднення атмосфери склотарного виробництва .....	17
2.3. Характеристика основних забруднень атмосфери підприємством.....	20
2.4. Проведення інвентаризації викидів шкідливих речовин .....	22
2.4.1 Розрахунок викидів в атмосферу для основних джерел забруднень.....	22
2.4.2 Аналіз проведеної інвентаризації та напрямки реконструкції підприємства.....	47
Розділ III Розрахунок приземних концентрацій для основних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.....	50
3.1. Алгоритм проведення розрахунку приземних концентрацій	

для основних джерел викидів атмосфери.....	50
3.2. Розрахунок приземних концентрацій до реконструкції.....	59
3.2.1 Розрахунок приземних концентрацій азоту діоксиду.....	60
3.2.2 Розрахунок приземних концентрацій окису вуглецю .....	61
3.2.3 Розрахунок приземних концентрацій пилу неорганічного SiO <sub>2</sub> 70-20%.....	63
3.2.4 Розрахунок приземних концентрацій сажі.....	66
Розділ IV Розробка заходів по зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря.....	68
4.1. Загальні відомості.....	68
4.2. Пилоочисне обладнання склотарного виробництва до реконструкції.....	69
4.2.1 Принцип роботи та технічні характеристики батареї з 4-х циклонів ЦН-15.....	69
4.2.2 Принцип роботи та технічні характеристики гідродинамічного пиловловлювача ГДП-5М.....	71
4.3. Аналіз основного пилогазоочисного обладнання, що застосовується в скляній промисловості.....	73
4.4. Обґрунтування та вибір схеми очищення та пилогазоочисного обладнання після реконструкції.....	77
4.4.1 Обґрунтування вибору способів очищення для зменшення обсягів викидів.....	77
4.4.2 Блок-схема пило газоочищення після реконструкції.....	77
4.4.3 Принцип роботи фільтр-циклона ФЗГІ-0,5 та його технічні характеристики.....	78
4.4.4 Розрахунок кількості очисного обладнання.....	82
4.4.5 Принцип роботи та технічні характеристики термokatалітичної установки МС 02003.....	82
4.5. Розрахунок обсягів викидів речовин після реконструкції.....	89
4.6. Розрахунок приземних концентрацій після впровадження систем очищення.....	90

Розділ V Техніко-економічне обґрунтування впровадження природоохоронних заходів.....	94
5.1. Нормативи збору.....	94
5.2. Порядок сплати збору.....	94
5.3. Порядок обчислення збору.....	95
5.4 . Розрахунок сум збору для ТОВ “Бучанський завод склотари”.....	96
5.5 . Розрахунок розмірів відшкодування збитків за наднормативні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.....	98
5.6. Визначення еколого - економічного ефекту.....	101
5.7. Строк окупності установок.....	103
Розділ VI Охорона праці.....	104
6.1. Небезпечні і шкідливі фактори на підприємстві.....	104
6.2. Технічні та організаційні заходи захисту від небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	105
6.3. Розрахунок освітленості.....	107
6.4 .Забезпечення пожежної та вибухової безпеки підприємства.....	109
ВИСНОВКИ.....	113
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ..	115

## ВСТУП

Склотарне виробництво – діюче підприємство ТОВ "Бучанський завод склотари", розташоване в місті Буча Київській області, на вул. Кірова, 84. Є спеціалізованим підприємством по випуску склотари. ТОВ "Бучанський завод склотари" на даному промайданчику існує з 1945 року. Поряд з заводом розташована залізниця, житлові будинки, городи, гуртожитки. Існуюча територія асфальтована та облаштована проїздами і дорогами, забудована комплексом цехів та споруд. Продукція заводу - банка для консервування та пляшка для харчових рідин. Метод виробництва – неперервний. Основний вклад у забруднення навколишнього середовища вносять газоподібні речовини та пилові домішки, особливо від скловарних печей. В цьому проекті проаналізуються викиди в атмосферне повітря та запропонується необхідне очисне обладнання небезпечних джерел викидів. Загальна кількість джерел забруднення 62. Забруднення атмосфери - результат викидів забруднюючих речовин з різних джерел. Причинно-наслідкові зв'язки цього явища потрібно шукати в природі земної атмосфери. Так, забруднення переносяться по повітрю від джерел появи до місць їхнього руйнуючого впливу; в атмосфері вони можуть перетерплювати зміни, включаючи хімічні перетворення одних забруднень в інші, ще більш небезпечні речовини.

Сталий зміст забруднень у повітрі (викиди) визначає ступінь руйнуючого впливу на даний регіон. Можна сказати, що ступінь забруднення атмосфери залежить від числа й маси викидів.

Оцінка результатів забруднення атмосфери включає негативний вплив на окремі об'єкти живої природи, тобто людей, тварин, рослини; на неживі складові природи, включаючи воду, ґрунт і ландшафт у цілому, і на будови й матеріали. У більше широкому змісті як такий негативний вплив можна розглядати саму забруднену атмосферу, клімат, а також ряд економічних і соціальних умов.



У загальному плані концепція забруднення атмосфери включає значне число дій й явищ, що ведуть до погіршення вихідної, природної якості її. У більшє вузькому змісті, що відповідає концепції, забруднення атмосфери розуміється як викид твердих, рідких і газоподібних забруднюючих речовин. Важається, що забруднюючі речовини - це ті, які впливають на навколишнє середовище або безпосередньо, після хімічних змін в атмосфері, або в сполученні з іншими речовинами.

Ступінь забруднення атмосфери залежить від числа й маси викидів. Оксиди азоту ( $\text{NO}_x$ ). При досить високій температурі азот, що міститься в повітрі, з'єднується з киснем з утворенням оксиду азоту, який великим чином впливає на навколишнє середовище. Оксиди азоту та деякі інші речовини. Оксиди азоту (найбільш отруйний діоксид азоту -  $\text{NO}_2$ ), з'єднуючись за участю ультрафіолетової сонячної радіації з вуглеводнями (серед яких найбільшою реакційною здатністю володіють Олефіни), утворюють пероксіацетілнітрат (ПАН) та інші фотохімічні окислювачі, в тому числі пероксібензоїлнітрат (ПБН), озон, перекис водню, діоксид азоту. Ці окислювачі - основні складові фотохімічного смогу, який часто виникає в сильно забруднених містах, розташованих в низьких широтах північної та південної півкуль.

Оцінка швидкості фотохімічних реакцій, що приводять до утворення ПАН, ПБН й озону, показує, що в ряді південних міст влітку г (коли великий приплив ультрафіолетової радіації) ці швидкості перевершують значення, при яких починає утворюватися зміг.

## Розділ I

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ "БУЧАНСЬКИЙ ЗАВОД СКЛОТАРИ"

#### 1.1 Загальна характеристика об'єкту в зоні його впливу

ТОВ "Бучанський завод склотари" на даному проммайданчику існує з 1945 року.

По відношенню до навколишньої території ділянка межує :

- з N — селітебна зона;
- з S — технологічне озеро (колишній піщаний кар'єр), заплава р. Бучанка 40/Дніпро/Чорне море;
- з E — городи та промзона;
- з W — залізниця та городи.

Існуюча територія забудована комплексом цехів та споруд. Метод виробництва – неперервний. Скляна тара виготовляється в цеху скловиробів №1, проектна потужність цеху – 170 т/добу звареної скломаси. Шихта для варки скла виготовляється у виробничо-сировинному комплексі. Сировинні матеріали зі складу поступають у сировинний комплекс, де відбувається їх обробка і виготовлення шихти. Попередньо підготовлений склобій подають у шихту у відповідності з заданим рецептом; шихту транспортують до ванних печей і загрузають в них загрузчиками. Допускається роздільна (пошарова) загрузка шихти та бою в скловарну піч. Варка скла здійснюється у ванних печах неперервної дії. Для опалення скловарних печей застосовується природний газ. Виготовлення скляної тари виконується на пресовидувних та вакуумно-видувних автоматах ВВ-7, З ПВМ-3, АЛ-116-2, АЛ-116-1. Відпалені вироби контролюються на відповідність вимогам нормативно-технічної документації, а потім годні скловироби упаковуються [1].

## 1.2. Технологічний процес виробництва скляної тари

### 1.2.1 Технологічна схема обробки сировинних матеріалів

Таблиця 1.1

#### Технологічна обробка сировинних матеріалів

Сировинний матеріал	Технологічні операції
Пісок	Зберігання → Сушка → ***Просів*** → Зберігання в робочому бункері
Доломіт	Зберігання → Транспортування → Зберігання в робочому бункері
Вапно	Зберігання → Транспортування → Зберігання в робочому бункері
Крейда	Зберігання → Транспортування → Зберігання в робочому бункері
Глинозем	Зберігання → Транспортування → Зберігання в робочому бункері
Польовий шпат	Зберігання → Транспортування → Зберігання в робочому бункері
Сода	Зберігання → Просіювання* → Зберігання в робочому бункері <div style="text-align: center;">             Помол             <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100px;"> <div style="text-align: center;">↑</div> <div style="text-align: center;">↓</div> </div> </div>
Сульфат натрію	Зберігання → Транспортування → Зберігання в робочому бункері
Нітрат натрію	Зберігання → Розважування
Селен технічний	Зберігання → Розважування
Окис кобальту	Зберігання → Розважування
Склобій покупний, власний	Зберігання → Грубе перебирання → Мийка → Ручне перебирання <div style="text-align: center;">             Зберігання на майданчику запасу             <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 200px;"> <div style="text-align: center;">↗</div> <div style="text-align: center;">↖</div> </div> </div>

Примітка:

\*Відсіви направляються на повторну переробку

\*\*Обов'язкова переробка важкого асортименту та ерклезу

\*\*\*Можлива відміна операцій.

### 1.2.2 Технологічна схема виробництва

Розвантаження сировини



Складування і зберігання сировини



Обробка сировинних матеріалів\*



Приготування шихти



Завантаження шихти в скловарну піч



Варка скломаси



Підготовка скломаси до формування



Формування скловиробів



Відпал виробів



Контроль виробів



Упаковка готових виробів



Транспортування упакованих виробів на склад чи на відвантаження споживачам

Примітка:

\*Здійснюється згідно технологічної схеми обробки

### 1.3. Основні сировинні, допоміжні, вогнестійкі матеріали та вимоги до них

#### 1.3.1 Характеристика сировинних матеріалів

Таблиця 1.2

Сировинні матеріали, які використовуються у виробництві склотари

1. Пісок кварцовий марки ВС-050-1, ВС-040-1, ВС-030-1	ГОСТ 22551-77
2. Доломіт (доломітна мука)	ГОСТ 23672-79 (ТУ 574331-01-15462768-01-02)
3. Сода кальцинована	ГОСТ 5100-85
4. Вапно	ГОСТ 23671-79 (ТУ У 14.1-00191827-001-2003)
5. Крейда	ГОСТ 12085-88
6. Польовий шпат	ГОСТ 13451-77 (ТУ 5726-036-00193861-06)
7. Глинозем	ГОСТ 30558-98
8. Сульфат натрію технічний	ГОСТ 6318-77 (ТУ 21-249-00204168-92)
9. Натрій азотнокислий технічний	ГОСТ 828-77
10. Селен технічний	ГОСТ 10298-79Е
11. Окис кобальту	ГОСТ 4467-79
12. Склобій	ГОСТ

Допускається в якості знебарвлювачів використовувати імпортні матеріали до застосування Мінздравом України.

#### 1.3.2 Характеристика допоміжних матеріалів

У виробництві склотари використовуються наступні допоміжні матеріали:

- матеріал для отримання зміцнюючого покриття на гарячому кінці  
ТС 100, GTI MBT 95;
- матеріал для отримання захисного покриття на холодному кінці  
СС-25; D 4218;
- матеріал для виготовлення емульсії для змащування лез механізму  
ножиць: Biosol-L; Shearlube-B; Автол-2;
- матеріал для змащування форм: Kleenmood;
- піддони дерев'яні ГОСТ 9557-87;
- лотки-прокладки з гофрокартону ГОСТ 7376-89 чи ТУ виробника;
- прокладка з картону по ТУ виробника;
- плівка поліетиленова термоусадочна ГОСТ 25951-83.

Допускається в якості допоміжних матеріалів використовувати аналогічні по властивостям у відповідності з діючими НТД.

### 1.3.3 Характеристика вогнестійких матеріалів

Для виробництва скла використовуються наступні вогнестійкі матеріали:

- вироби вогнестійкі бадделітокорундові для скловарних печей –  
ГОСТ 23053-73;
- вироби крупноблочні вогнестійкі і високовогнестійкі алюмосилікатні  
для скловарних печей – ГОСТ 7151-74;
- шамотні – ГОСТ 390-96, ГОСТ 8691-73, ГОСТ 6024-75;
- шамотні з підвищеним вмістом глинозему,  
високоглиноземисті – ГОСТ 6024-75, ГОСТ 10381-94;
- вироби динасові для скловарних печей – ГОСТ 3910-75;
- вироби динасові загального призначення – ГОСТ 4157-79,  
ГОСТ 6024-75;
- хромито-периклазові вироби – ГОСТ 5381-93;
- периклазо-хромитові вироби – ГОСТ 10888-93;
- периклазові вироби – ГОСТ 4689-74

#### 1.4. Продукція ТОВ "Бучанський завод склотари"

##### 1.4.1 Номенклатура продукції, що виробляється

Таблиця 1.3

##### Номенклатура продукції

Найменування продукції	Нормативна документація	Код ОКП	ДКПП
Банка для консервування	ГОСТ 5717-91, ДСТУ ГОСТ 5717.2:2006 ТУ У 46.72.164-2000	598600	26.11.13
Пляшка для харчових рідин	ДСТУ ГОСТ 10117.1:2003 ДСТУ ГОСТ 10117.2:2003 ТУ У 00293315.00	598700 598711	26.11.13

##### 1.4.2 Марки скла

Скляна тара виготовляється з скла марки БТ у відповідності з вимогами ГСТУ 21-003-2001 «Тара скляна для харчових продуктів. Марки скла». В таблиці 1.4 приведений хімічний склад скла для виготовлення виробів на скло формуючих машинах.

Таблиця 1.4

##### Марка скла

Марк а скла	SiO <sub>2</sub> , %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	CaO+MgO, %	Na <sub>2</sub> O, %	SO <sub>3</sub> , %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %
БТ	72±0,5	2±0,2	CaO 9,6±0,3; MgO 2,4±0,2	13,8 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,3</sub>	0,1± <sup>+0,2</sup> <sub>-0,05</sub>	Не більше 0,1

### 1.5 Енергоспоживання ТОВ "Бучанський завод склотари"

В якості енергоносія при сушінні сировини, при варці та підготовці скломаси до виготовлення, при відпалі виробів застосовується газ природний (звичайний) ГОСТ 5542.



## Розділ II

### ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТОВ "БУЧАНСЬКИЙ ЗАВОД СКЛОТАРИ" ДО РЕКОНСТРУКЦІЇ

#### 2.1 Загальна екологічна оцінка підприємства

Основним технологічним обладнанням, що вносить вагомий склад в забруднення довкілля – є скловарні печі: дж. 1 (вп 1), дж. 24 (вп 2).

На печі №2 (дж. 24) після ремонту встановлено нові горілки з підковоподібним розвиненням факелу і це дозволяє тримати стабільним технологічний процес варки скла, його температурний режим, за рахунок чого зросла продуктивність печей, зменшилось утворення некондиційної продукції, зростає кількість «годного» скла, тобто зростає виробнича потужність по «годній продукції».

Виробнича потужність печей по скломасі відображена в таблиці 2.1.

Теплопостачання об'єкту забезпечується теплоутилізаційною установкою (котел-утилізатор), що працює на відхідних газах скловарної печі.

Температура теплоносія на виході з економайзеру 115°C.

Таблиця 2.1

Виробнича потужність печей по скломасі

№ печі	Площа варочної частини, м <sup>2</sup>	Річна виробнича потужність т/рік скломаси	Добова виробнича потужність т/добу
Дж. 1 (вп 1)	49,5	36500,00	100,0
Дж. 24 (вп 2)	113,66	76650,00	170,0

З метою скорочення ручної праці і зниження трудозатрат впроваджені заходи і автоматизації виробничих процесів на всіх ділянках.

Для варки скла використовуються регенеративні скловарні печі з підковоподібним розвиненням факелу, з нижнім підводом полум'я у вліт горілки, з вертикальним переливним порогом. Система управління – на базі програмуємого мікропроцесору.

Таблиця 2.2

Витрата сировини на кг/т годної продукції при виробництві скла

Найменування сировини	НТД	кг/т годн. прод.
Пісок	ГОСТ 2251-77	675,44
Глинозем	ГОСТ 6912-82	15,28
Доломіт	ГОСТ 23672-79	189,66
Сода кальцинована	ГОСТ 5100-85Е	193,57
Натрій сірчаноокислий технічний	ГОСТ 6318-77	4,14
Селітра натрієва	ГОСТ 828-77	8,24
Селен технічний	ГОСТ 10298-79Е	0,016
Склобій (власний або купований)	ТУ У 21564327.01-94	131,26

Сировина для виробництва повинна відповідати вимогам ТР 41-03-01. Скло для виробництва тарного скла повинно відповідати вимогам ГОСТ 21-003-2001 "Тара скляна, для харчових продуктів. Марки скла". Хімічний склад скла повинен відповідати наступним параметрам:

$\text{SiO}_2$  —  $71,8 \pm 0,5\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  —  $2,0 \pm 0,2\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — max  $0,07\%$ ;  
 $\text{CaO}$  —  $10,3 \pm 0,3\%$ ;  $\text{MnO}$  —  $2,5 \pm 0,2\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O}$  —  $13,2\% \pm 0,2\%$ ;  
 $\text{SO}_3$  —  $0,13\%$ ; Se — (знебарвлювач) — за вимогою, зверху 100%.

Контроль якості сировини та продукції здійснюється власною акредитованою згідно діючої НТД.

Виробничими процесами, діяльність яких пов'язана з утворенням забруднюючих речовин і викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря є виготовлення скляної тари в асортименті, пакування її та відвантаження споживачу.

Перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу, представлено нижче. Кількісні характеристики забруднюючих речовин в т/рік розраховані за усередненими річними значеннями в залежності від режиму роботи обладнання та характеру конкретного технологічного процесу.

## 2.2 Джерела забруднення атмосфери склотарного виробництва

Організовані та неорганізовані джерела викидів забруднюючих речовин атмосферне повітря:

Організовані джерела на ТОВ «Бучанський завод склотари» (нумерація з генплану):

1. Скловарна піч №3.
4. Піч відпалу.
5. Аераційний ліхтар цеху №2.
59. Піч відпалу.
6. Аераційний ліхтар цеху №2.
7. Піч відпалу ЛЕР.
8. Склад палива та мінерального масла призначене для прийому і зберігання нафтопродуктів в кількості, необхідній для забезпечення технологічного процесу.
11. Пост ручного газоелектрозварювання
18. Пост ручного газоелектрозварювання, наплавки колманоєм.

- 31. Пост ручного газоелектрозварювання.
  - 13. Сушильний барабан піску.
  - 14. Сушильний барабан доломіту СМ-45.
  - 15. Лінія дозування соди.
  - 16. Лінія обробки вугілля.
  - 17. Зарядка акумуляторних батарей.
  - 19. Піскоструйна камера.
  - 60. Сушильний барабан піску.
  - 61. Дільниця обробки форм.
  - 20. Лінія зміцнення пляшки.
  - 23. Лінія зміцнення пляшки.
  - 21. РМЦ. Заточний та токарний верстати.
  - 22. Аераційний ліхтар цеху №1.
  - 24. Скловарна піч №2.
  - 29. РМЦ. Горно ковальське, працює на кам'яному вугіллі.
  - 30. РМЦ. Верстат точильно-шліфувальний.
  - 62. РМЦ. Деревообробна дільниця.
- Неорганізовані джерела:
- 2. Пересипка склобою та шихти із самоскидів в приймальний бункер.
  - 3. Пересипка склобою з самоскидів в приймальний бункер .
  - 9. Пересипка та зберігання доломіту.
  - 11. Щокова дробівка ВК-409.
  - 12. Пересипка піску.
  - 25. Пересипка склобою та шихти з самоскидів в приймальний бункер.
  - 26. Пересипка склобою та шихти з самоскидів в приймальний бункер.
  - 27. Пересипка та зберігання склобою на відкритому майданчику.
  - 28. Пересипка та зберігання піску на відкритому майданчику.

Таблиця 2.3

Перелік викидів та обсягів забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами [2]

№ п/п	Найменування речовини	Фактичний валовий обсяг викидів, т/рік	Порогові значення викидів, т/рік
1	2	3	4
1	Заліза оксид	0,037	0,1
2	Марганець та його з'єднання	0,0015	0,005
3	Натрію гідроокис	0,001	1
4	Натрію карбонат	0,39	1
5	Нікелю окис	0,0001	0,001
6	Ртуть металева	0,000092	0,0003
7	Хром VI-валентний	0,0001	0,02
8	Азоту діоксид	271,889	1
9	Бор амфорний	0.0003	1
10	Водень хлористий	4,98	0,1
11	Сірчана кислота	0,003	0,5
12	Сажа	12,341	0,3
13	Селену діоксид	0,000087	0,007
14	Ангідрид сірчистий	26,261	1,5
15	Вуглецю оксид	66,852	1,5
16	Фториди, газоподібні з'єднання	0,0001	0,05
17	Метан	0,8275	10
18	Бензин	0,14	1,5
19	Масло мінеральне нафтове	0,0000002	1,5
20	Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	19,8	1,5
21	Пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: вище 70	4,7722	1

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
22	Пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: 70-20	17,295	1
23	Пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: нижче 20	0,330	1
24	Зважені речовини	0,140	1
25	Пил деревини	0,29	3
26	Пил абразивно-металічний	0,2	1
27	Пил антрациту	0,005	1
28	Вуглекислий газ	39971,83	500
29	Діазоту оксид	0,0741	0,1
	Всього для підприємства	40399,09	

2.3. Характеристика основних забруднень атмосфери підприємством

На підприємстві «Бучанський завод склотари» забруднюючі речовини, які викидаються в атмосферне повітря та вимоги до них представлені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4

Забруднюючі речовини, які викидаються в атмосферне повітря та вимоги до них

№ п/п	Забруднююча речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup> максимальна зова	Клас небезпеки
1	2	3	4
1	Заліза оксид ( в перерахунку на залізо)	0,4	III
2	Марганець та його з'єднання	0,01	II

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
3	Натрій гідрооксид (натрій їдкий, сода кауст)	0,01	ОБРВ
4	Натрій карбонат (сода кальцинова)	0,04	ОБРВ
5	Нікелю окис	0,01	II
6	Ртуть металева	0,003	I
7	Хром шестивалентний	0,0015	I
8	Азоту діоксид	0,085	II
9	Бор аморфний	0,01	ОБРВ
10	Водень хлористий по молекулі HCl	0,2	II
11	Кислота сірчана по молекулі H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,3	II
12	Сажа	0,15	III
13	Селену діоксид	0,0001	I
14	Ангідрид сірчистий	0,5	III
15	Вуглецю оксид	5,0	IV
16	Фториди, газоподібні з'єднання (фтор, водень...)	0,02	II
17	Метан	50,0	ОБРВ
18	Бензин (нафтовий, малосірчастий...)	5,0	IV
19	Масло мінеральне нафтове...	0,05	ОБРВ
20	Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	1,0	IV
21	Пил неорганічний, містить двооксид кремнію у % вище 70	0,15	III
22	Пил неорганічний, містить двооксид кремнію у % 70-20	0,3	III
23	Пил неорганічний, містить двооксид кремнію у % вище 20	0,5	III
24	Пил деревини	0,1	ОБРВ
25	Пил абразивно-металічний	0,4	ОБРВ
26	Пил антрациту	0,011	ОБРВ

## 2.4. Проведення інвентаризації викидів шкідливих речовин

### 2.4.1 Розрахунок викидів в атмосферу для основних джерел забруднень.

Розрахунок максимальноразових викидів г/с визначаємо за формулою [5]:

$$M = C \cdot V \cdot 10^{-3}, \text{ г/с}; \text{ де: } C - \text{максимальна концентрація ЗР, мг/м}^3; \quad (1)$$

$V$  - об'єм повітря, що викидається в атмосферу,  $\text{м}^3/\text{сек}$ ;  $10^{-3}$  - перевідний коефіцієнт мг в г.

Розрахунок валових викидів:

$$M^{m / pik} = 10^{-6} \cdot M_{г/с} \cdot T \cdot 3600, \text{ т/рік}; \text{ де: } M_{г/с} - \text{потужність викиду і-ої забруднюючої речовини, г/с}; \quad (2)$$

$T$  – фактичний час роботи обладнання, год

$10^{-6}$  – перевідний коефіцієнт г в т.

Величину максимальноразових викидів оксидів азоту від розпаду селітри визначаємо за формулою:

$$M_{г/с} = 0,271 \cdot q \cdot Ш \cdot L \cdot K, \text{ г/с}; \text{ де: } 0,271 - \text{коефіцієнт відношення молекул маси діоксиду азоту і селітри} \quad (3)$$

$$(M_{\text{NO}_2} / M_{2\text{NaNO}_3} = 46/170 = 0,271);$$

$q$  - виробнича потужність скловарної печі, т/добу

$Ш$  - склад шихти у суміші шихта/склобій;

$L$  - маса селітри в рецепті шихти, розрахована на 100,0 кг скломаси, кг

$K$  - коефіцієнт різномірності.

Розрахунок валових викидів  $\text{SO}_2$  від сировини ведемо по формулі:

$$M^{m / pik}_{\text{SO}_2} = 0,02 \cdot (B_{\text{Na}_2\text{SO}_4} \cdot S_{\text{Na}_2\text{SO}_4} + B_n \cdot S_n) \cdot (1 - \eta_{\text{SO}_2}), \text{ т/рік} \quad (4)$$

де:  $\eta_{\text{SO}_2}$  - доля  $\text{SO}_2$ , яка абсорбується пилом при роботі на природному газі;

$B_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$  – середня витрата сировини, що містить сірку, т/рік;

$S_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$  – доля сірки в сировині;



$B_n$  – середня витрата палива, т/рік;

$S_n$  – доля сірки в паливі.

Розрахунок валових викидів забруднюючих речовин:

$M_{\text{нзр}}^{m/pik} = B \cdot Q_i^r \cdot K_{\text{емнзр}} \cdot 10^{-6}$ , т/рік ; де:  $B$  – середня витрата сировини, т/рік; (5)

$Q_i^r$  – нижча робоча теплота згорання палива, МДж/кг;

$K_{\text{емнзр}}$  – показник емісії забруднюючої речовини для палива.

Для розрахунку неорганізованих джерел викидів величини пилоутворення можна описати рівнянням: [4]

$M_{\text{т/с}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot B \cdot G \cdot 10^6 / 3600 + K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot F \cdot q$ , т/с ; де : $K_1$  – вагова доля пилової фракції в матеріалі;  $K_2$  – доля пилу, що переходить в аерозоль;  $K_3$  - коефіцієнт, що враховує місцеві метеоумови;  $K_4$  - коефіцієнт, що враховує захищеність вузлу;  $K_5$  - коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу;  $K_6$  - коефіцієнт, що враховує профіль матеріалу;  $K_7$  - коефіцієнт, що враховує розмір матеріалу;  $B$  - коефіцієнт, що враховує висоту пересипки;  $G$  – виробнича потужність вузла пересипки, т/год;  $F$  – площа, на якій складається матеріал,  $\text{м}^2$ ;  $q$  – винос пилу з  $1\text{м}^2$  фактичної поверхні.

Джерело 1

Скловарна піч №1

Скловарна піч №1, безперервної дії, ванного типу. Т - 8760 год/рік, Н - 30,0 м, d - 1,2м. Варка скломаси для виготовлення тарного скла. Сировину: шихту та склобій завантажують через завантажувальні столи в автоматичному режимі. Площа варної частини скловарної печі складає 49,5 м, t - 1500,0°C, виробнича потужність печі - 70 т/добу, річний об'єм 25550,0 т/рік при коефіцієнті 0,8; гідна продукція 20440,0 т/рік. Витрата палива - 578,0 – 767,0  $\text{м}^3$ /год природного газу, 578,0  $\text{м}^3$ /год, 5063,28 тис  $\text{м}^3$ /с, 3437,97 т/рік при  $\rho=0,679$ . По даним постачальника палива Боярського ЛВУМГ мах Q - 7980 кКал/ $\text{м}^3$ , або

$Q^0$  - 33,41 МДж/ $\text{м}^3$ ,  $Q_i^r$  - 49,20 МДж/кг.

Для визначення г/с показників по  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$  та пилу шихти беремо результати прямих інструментальних вимірів, проведених на скловарній печі №1. [3]

Елементарний склад газу природного у %:

$$C^r = C^{\text{daf}} - 73,67; H^r = H^{\text{daf}} - 24,65; O^r = O^{\text{daf}} - 0,12; N^r = N^{\text{daf}} - 1,56;$$

$$\rho = 0,679 \text{ кг/м}^3.$$

$$V_{\text{дг}}^0 = 0,01 \cdot (1,866 \cdot \epsilon_c \cdot C^r + 0,7 \cdot S^r + 0,8 \cdot N^r) + 3,762 \cdot 0,01 \cdot (1,866 \cdot \epsilon_c^* \cdot C^r + 0,7 \cdot S^r + 0,8 \cdot O^r) = 11,56 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Питомий об'єм сухих димових газів  $11,56 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

$$V_{\text{дг}} = V_{\text{дг}}^0 \cdot 21/21-8 = 11,56 \cdot 1,615 = 18,67 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

\* допустимі значення передбачають різні концентрації  $\text{O}_2$  в димовому газі в залежності від виду печі: ванні печі – 8%; горшкові печі і печі періодичної дії – 13%. [3]

$$(V_{\text{дг}})_v = V_{\text{дг}} \cdot \rho_n = 18,67 \cdot 0,679 = 12,67 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Питомий об'єм сухих димових газів віднесений до одиниці об'єму природного газу –  $12,67 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

Об'єм димових газів при максимальній витраті газу:

$$V_{\text{уг}} = 12,67 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot 767 \text{ м}^3/\text{год} / 3600 = 2,7 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

За даними прямих інструментальних вимірів:

$$C(\text{NO}_x) - C_{\text{max}} = 990,52 \cdot 1,38 = 1366,92 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{SO}_2 - C_{\text{max}} = 58,69 \cdot 1,38 = 81 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{CO} - C_{\text{max}} = 130 \cdot 1,38 = 180 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{Пил неорг. SiO}_2 \text{ 70-20\%} - C_{\text{max}} = 30,43 \cdot 1,38 = 42,0 \text{ мг/м}^3;$$

$$1,38 - \text{коефіцієнт перерахунку на 3\% кисню. [3,4]}$$

Розрахунок максимально разових викидів визначаємо за формулою (1):

$$M_{\text{NO}_2} = 2,7 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot 1366,92 \text{ мг/м}^3 \cdot 10^{-3} = 3,69 \text{ г/с}.$$

$$M_{\text{SO}_2} = 2,7 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot 81,0 \text{ мг/м}^3 \cdot 10^{-3} = 0,218 \text{ г/с}.$$

$$M_{\text{CO}} = 2,7 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot 180,0 \text{ мг/м}^3 \cdot 10^{-3} = 0,486 \text{ г/с}.$$

$$M_{\text{пил неорг. з SiO}_2 \text{ 70-20 \%}} = 2,7 \text{ м}^3/\text{сек} \cdot 42,0 \text{ мг/м}^3 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ г/с}.$$

Розрахунок валових викидів визначаємо за формулою (2):

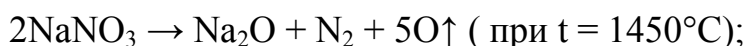
$$M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 3,69 \cdot 8760 \cdot 3600 = 116,368 \text{ т/рік.}$$

$$M_{\text{CO рік}} = 10^{-6} \cdot 0,486 \cdot 8760 \cdot 3600 = 6,874 \text{ т/рік.}$$

$$M_{\text{пил неорг. з SiO}_2 \text{ 70-20 \% рік}} = 10^{-6} \cdot 0,11 \cdot 8760 \cdot 3600 = 3,576 \text{ т/рік.}$$

Для варки скла використовується натрієва селітра. Температура варки скла - 1450,0 - 1500,0°C, при розпаді селітри шихти утворюються оксиди азоту.

Валовий викид оксидів азоту з урахуванням розпаду селітри:



Величину максимальноразових викидів оксидів азоту від розпаду селітри визначаємо за формулою (3):

$$q = 70,0 \text{ т/добу; } \text{Ш} = 70\% = 0,7; K = 1,15 \cdot 10^{-3}; L = 0,84 \text{ кг. } T = 8760 \text{ год.}$$

$$M'_{\text{NO}_2} = 0,271 \cdot q \cdot \text{Ш} \cdot L \cdot K = 0,271 \cdot 70,0 \cdot 0,7 \cdot 0,84 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 0,013 \text{ г/с.}$$

$$M'_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 0,013 \cdot 8760 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 0,41 \text{ т/рік.}$$

Максимальна потужність валового викиду по NO<sub>2</sub> складає:

$$M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = M^{m/\text{рік}}_{\text{NO}_2} + M'_{\text{т/рік NO}_2} = 160,928 \text{ т/рік.}$$

$$\text{Отже, } M_{\text{NO}_2} = 5,09 \text{ г/с; } M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 160,928 \text{ т/рік;}$$

Розрахунок валових викидів SO<sub>2</sub> від сировини ведемо по формулі (4):

$$\eta_{\text{SO}_2} = 0,1; B_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 85,848 \text{ т/рік; } S_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0,225; B_n = 3437,97 \text{ т/рік; } S_n = 0,0.$$

$$M_{\text{SO}_2 \text{ рік}} = 0,02 \cdot (85,848 \cdot 0,225 + 3437,97 \cdot 0,0) \cdot (1 - 0,1) = 0,348 \text{ т/рік.}$$

$$\text{Отже, } M_{\text{SO}_2} = 0,218 \text{ г/с; } M_{\text{SO}_2 \text{ рік}} = 7,223 \text{ т/рік;}$$

Технологія варки безкольорового скла передбачає добавку селену в якості освітлювача, кількість якого в шихті складає 0,01%, летючість селену при

$t = 700,0^\circ\text{C}$  складає 50%, тобто 50% селену залишається в скломасі, а 50% викидається в складі пилу.

$$\text{Отже, } M_{\text{SeO}_2} = 0,0000014 \text{ г/с; } M_{\text{SeO}_2 \text{ рік}} = 0,000047 \text{ т/рік.}$$

Розрахунок валових викидів по забруднюючим речовинам CO, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, Hg ведемо по формулі (5):

$$M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 3447,97 \cdot 49,2 \cdot 54678,25 = 9248,7 \text{ т/рік;}$$

$$M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 10^{-6} \cdot 3447,97 \cdot 49,2 \cdot 0,1 = 0,019 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 3447,97 \cdot 49,2 \cdot 1,0 = 0,19 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Hg рік}} = 10^{-6} \cdot 3447,97 \cdot 49,2 \cdot 0,0001 = 0,00002 \text{ т/рік}.$$

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу №1:

$$M_{\text{NO}_2} = 3,69 \text{ г/с}; M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 116,368 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{SO}_2} = 0,218 \text{ г/с}; M_{\text{SO}_2 \text{ рік}} = 7,223 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}} = 0,486 \text{ г/с}; M_{\text{CO рік}} = 15,326 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{пил неорг. з SiO}_2 \text{ 70-20 \%}} = 0,11 \text{ г/с}; M_{\text{пил неорг. з SiO}_2 \text{ 70-20 \% рік}} = 3,576 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Hg}} = 0,000003 \text{ г/с}; M_{\text{Hg рік}} = 0,00002 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Se}} = 0,0000007 \text{ г/с}; M_{\text{Se рік}} = 0,000023 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CH}_4} = 0,03 \text{ г/с}; M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 0,19 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 9248,7 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 0,019 \text{ т/рік};$$

Джерела 2, 3, 9, 10, 12, 25, 26, 27, 28 – неорганізовані джерела (н/о) викидів, пересипки або зберігання сировини. Для н/о джерел величини пилоутворення максимальноразових викидів обчислюємо по формулі (6) та валових викидів по (5). [4]

#### Джерело 2

Пересипка шихти та склобою з самоскидів в приймальний бункер.

$T = 360,0$  год/рік.

Шихта завантажується самопливом. Слід звернути увагу, що до складу шихти входить сода кальцинована, тому при розрахунку викидів приймаємо, що в атмосферу викидається: пил неорганічний з  $\text{SiO}_2 > 70\%$ ; пил соди кальцинованої  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

$K_1 = 0,05$ ;  $K_2 = 0,03$ ;  $K_3 = 1,2$ ;  $K_4 = 0,005$ ;  $K_5 = 0,1$ ;  $K_7 = 0,8$ ;  $G = 52,5$  т/год;  $B = 0,4$ .

По формулі (6):

$$M_{\text{шихта}} = 0,05 \cdot 0,03 \cdot 1,2 \cdot 0,005 \cdot 0,1 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 52,5 \cdot 10^6 / 3600 = 0,0042 \text{ г/с};$$

По формулі (5):

$$M_{\text{шихта рік}} = 10^{-6} \cdot 0,0042 \cdot 360 \cdot 3600 = 0,0054 \text{ т/рік};$$

Враховуючи склад шихти:

- 78,8% пил неорганічний з вмістом  $\text{SiO}_2 > 70\%$ ;
- 21,2% сода кальцинована.

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 2:

$$M_{\text{пил неорг. з SiO}_2 > 70\%} = 0,0033 \text{ г/с}; M_{\text{пил неорг. з SiO}_2 70-20 \% \text{ рік}} = 0,0042 \text{ т/рік}.$$

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,0009 \text{ г/с}; M_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ рік}} = 0,0011 \text{ т/рік}.$$

Джерело 3

Пересипка склобою з самоскидів в приймальний бункер.  $T = 720,0$  год/рік.

Склобій завантажується самопливом. В атмосферу викидається пил неорганічний з вмістом  $\text{SiO}_2 < 20\%$ .

$$K_1 - 0,04; K_2 - 0,02; K_3 - 1,2; K_4 - 0,1; K_5 - 0,1; K_7 - 0,4; G - 60,0 \text{ т/год}; B - 0,4.$$

По формулі (6):

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 < 20\%} = 0,04 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 0,1 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 60,0 \cdot 10^6 / 3600 = 0,026 \text{ г/с}.$$

По формулі (5):

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 < 20\% \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,0256 \cdot 720 \cdot 3600 = 0,066 \text{ т/рік}.$$

Джерело 9

Пересипка та зберігання доломіту.  $T_{36} = 8760$  год/рік, доломіт поступає у вагонах відкритого типу по 60,0 т, розвантаження здійснюється самопливом. Далі з допомогою ковшового екскаватору грузиться на автотранспортер і подається в цех. В атмосферу викидається пил неорганічний з вмістом  $\text{SiO}_2 < 20\%$ .

$$K_1 - 0,05; K_2 - 0,02; K_3 - 1,2; K_4 - 0,5; K_5 - 0,01; K_6 - 1,3; K_7 - 0,4; \\ G - 15,0 \text{ т/год}; B - 0,4; F - 60,0 \text{ м}^2; q - 0,002.$$

По формулі (6):

$$M_{\text{г/с пил неорг SiO}_2 < 20\%} = 0,05 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 15,0 \cdot 10^6 / 3600 \\ + 1,2 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 1,3 \cdot 0,4 \cdot 60,0 \cdot 0,002 = 0,0045 \text{ г/с}.$$

По формулі (5):

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 < 20\% \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,0045 \cdot 8760 \cdot 3600 = 0,142 \text{ т/рік}.$$

#### Джерело 10

Щекова дробівка ВК - 409, (н/о, джерело). Т - 1613,0 год/рік.

Підлягає переробці – 5522,19 т/рік доломіту, 3,42 т/зміну подрібнення ведеться мокрим способом. В атмосферу викидається пил неорг. з вмістом  $\text{SiO}_2 < 20\%$ .

$K_1 = 0,05$ ;  $K_2 = 0,02$ ;  $K_3 = 1,2$ ;  $K_4 = 0,5$ ;  $K_5 = 0,01$ ;  $K_7 = 0,7$ ;  $G = 0,409$  т/год;  $B = 0,4$ ;

По формулі (6):

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 < 20\%} = 0,05 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 0,409 \cdot 10^6 / 3600 = 0,0002 \text{ г/с.}$$

По формулі (5):

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 < 20\% \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,0002 \cdot 8760 \cdot 3600 = 0,0012 \text{ т/рік.}$$

#### Джерело 12

Пересипка піску. Т – 2190 год/рік., пісок поступає а/т по 3,0 т, розвантаження здійснюється самопливом в закритий склад піску складального цеху. В атмосферу викидається пил неорг. з  $\text{SiO}_2 > 70\%$ .

$K_1 = 0,05$ ;  $K_2 = 0,03$ ;  $K_3 = 1,2$ ;  $K_4 = 0,3$ ;  $K_5 = 0,01$ ;  $K_7 = 0,8$ ;  $G = 12,0$  т/год;  $B = 0,4$ .

По формулі (6):

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 > 70\%} = 0,05 \cdot 0,03 \cdot 1,2 \cdot 0,3 \cdot 0,01 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 12,0 \cdot 10^6 / 3600 = 0,0058 \text{ г/с;}$$

По формулі (5):

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 > 70\% \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,0058 \cdot 2190 \cdot 3600 = 0,046 \text{ т/рік.}$$

#### Джерело 25

Пересипка шихти та склобою з самоскидів в приймальний бункер.

Т - 730,0 год/рік. Шихта завантажується самопливом. До складу шихти входить сода кальцинована, тому при розрахунку викидів приймаємо, що в атмосферу викидається:

- пил неорганічний з вміст  $\text{SiO}_2 > 70\%$ ;
- пил соди кальцинованої  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

$K_1 = 0,05$ ;  $K_2 = 0,03$ ;  $K_3 = 1,2$ ;  $K_4 = 0,005$ ;  $K_5 = 0,7$ ;  $K_7 = 0,8$ ;

$G = 60,0$  т/год;  $B = 0,4$ .

По формулі (6):

$$M_{\text{шихта}} = 0,05 \cdot 0,03 \cdot 1,2 \cdot 0,005 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 60,0 \cdot 10^6 / 3600 = 0,034 \text{ г/с.}$$

По формулі (5):

$$M_{\text{шихта рік}} = 10^{-6} \cdot 0,034 \cdot 730,0 \cdot 3600,0 = 0,089 \text{ т/рік.}$$

Враховуючи склад шихти:

- 78,9 % пил неорганічний з вмістом  $\text{SiO}_2 > 70\%$ ;
- 21,2% сода кальцинована;

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 25:

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 > 70\%} = 0,027 \text{ г/с; } M_{\text{пил неорг SiO}_2 > 70\% \text{ рік}} = 0,07 \text{ т/рік.}$$

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,007 \text{ г/с; } M_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ рік}} = 0,019 \text{ т/рік.}$$

Джерело 26

Пересипка шихти та склобою з самоскидів в приймальний бункер.

T - 730,0 год/рік. Шихта завантажується самопливом, до складу шихти входить сода кальцинована, тому при розрахунку викидів приймаємо, що в атмосферу викидається:

- пил неорганічний з вмістом  $\text{SiO}_2 > 70\%$ ;
- пил соди кальцинованої  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

$$K_1 = 0,05; K_2 = 0,03; K_3 = 1,2; K_4 = 0,005; K_5 = 0,7; K_7 = 0,8;$$

$$G = 60,0 \text{ т/год; } B = 0,4.$$

По формулі (6):

$$M_{\text{шихта}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot G \cdot B \cdot 10^6 / 3600 = 0,05 \cdot 0,03 \cdot 1,2 \cdot 0,005 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 60,0 \cdot 10^6 / 3600 = 0,042 \text{ г/с.}$$

По формулі (5):

$$M_{\text{шихта рік}} = 10^{-6} \cdot 0,042 \cdot 730,0 \cdot 3600,0 = 0,110 \text{ т/рік.}$$

Враховуючи склад шихти:

- 78,9 % пил неорганічний з вмістом  $\text{SiO}_2 > 70\%$ ;
- 21,2% сода кальцинована;

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 26:

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 > 70\%} = 0,033 \text{ г/с; } M_{\text{пил неорг SiO}_2 > 70\% \text{ рік}} = 0,087 \text{ т/рік.}$$

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,0089 \text{ г/с; } M_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ рік}} = 0,023 \text{ т/рік.}$$

#### Джерело 27

Пересипка та зберігання склобою на відкритому майданчику.

$T_{36} - 8760$  год/рік, склобій поступає у вагонах відкритого типу по 60,0 т, розвантаження здійснюється самопливом. В атмосферу викидається пил неорганічний з вмістом  $\text{SiO}_2 < 20\%$ .

$K_1 - 0,04$ ;  $K_2 - 0,02$ ;  $K_3 - 1,2$ ;  $K_4 - 1,0$ ;  $K_5 - 0,01$ ;  $K_6 - 1,3$ ;  $K_7 - 0,4$ ;

$G - 15,0$  т/год;  $B - 0,4$ ;  $F - 60,0$  м<sup>2</sup>;  $q - 0,002$ .

По формулі (6):

$$M_{\text{SiO}_2 < 20\%} = 0,04 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,01 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 15,0 \cdot 10^6 / 3600 + 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,01 \cdot 1,3 \cdot 0,4 \cdot 60,0 \cdot 0,002 = 0,0083 \text{ г/с.}$$

По формулі (5):

$$M_{\text{т/рік SiO}_2 < 20\%} = 10^{-6} \cdot 0,0083 \cdot 8760 \cdot 3600 = 0,262 \text{ т/рік.}$$

#### Джерело 28

Пересипка та зберігання піску на відкритому майданчику.

$T_{36} - 8760$  год/рік, пісок поступає у вагонах відкритого типу по 60,0 т, розвантаження здійснюється самопливом. Далі з допомогою ковшового екскаватору грузиться на автотранспортер і подається в цех. В атмосферу викидається пил неорганічний з вмістом  $\text{SiO}_2 > 70\%$ .

$K_1 - 0,05$ ;  $K_2 - 0,03$ ;  $K_3 - 1,2$ ;  $K_4 - 0,5$ ;  $K_5 - 0,01$ ;  $K_6 - 1,3$ ;  $K_7 - 0,8$ ;

$G - 15,0$  т/год;  $B - 0,4$ ;  $F - 150,0$  м<sup>2</sup>;  $q - 0,002$ .

По формулі (6):

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 > 70\%} = 0,05 \cdot 0,03 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 15,0 \cdot 10^6 / 3600 + 1,2 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 1,3 \cdot 0,8 \cdot 150,0 \cdot 0,002 = 0,013 \text{ г/с.}$$

По формулі (5):

$$M_{\text{пил неорг SiO}_2 > 70\% \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,0083 \cdot 8760 \cdot 3600 = 0,410 \text{ т/рік.}$$

#### Джерело 4, Джерело 59

Печі відпалу ЛЕР.  $T - 8760,0$  год/рік. Скловирази після формовки відпалюються в печах відпалу, які працюють на природному газі.

Витрата палива – 20,5 м<sup>3</sup>/год газу природного, 157,680 м<sup>3</sup>/рік, 107,064 т/рік при  $\rho - 0,679$ . По даним постачальника палива Боярського ЛВУМГ



$Q_{\max} = 7980 \text{ кКал/м}^3$ , або  $Q_o^n = 33,41 \text{ МДж/м}^3$ ,  $Q_i^r = 49,20 \text{ МДж/кг}$ .

Для визначення г/с показників по  $\text{NO}_2$  та  $\text{CO}$  були проведені прямі інструментальні виміри на джерелі 4 і 59 «Unigas 3000» (обладнання в котельнях). Розрахунок валових викидів по забруднюючим речовинам  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{Hg}$  ведемо по формулі (5).

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 4:

$$M_{\text{NO}_2} = 0,09 \text{ г/с}; M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 0,284 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}} = 0,03 \text{ г/с}; M_{\text{CO рік}} = 0,940 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Hg}} = 0,00000002 \text{ г/с}; M_{\text{Hg рік}} = 0,0000005 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CH}_4} = 0,00017 \text{ г/с}; M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 0,0052 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 288,02 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 0,00051 \text{ т/рік}.$$

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 59:

$$M_{\text{NO}_2} = 0,011 \text{ г/с}; M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 0,353 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}} = 0,006 \text{ г/с}; M_{\text{CO рік}} = 0,020 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Hg}} = 0,00000002 \text{ г/с}; M_{\text{Hg рік}} = 0,0000005 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CH}_4} = 0,00017 \text{ г/с}; M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 0,0052 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 288,02 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 0,00051 \text{ т/рік}.$$

#### Джерело 5

Аераційний ліхтар цеху №2. Склоформуєча машина – 2 шт, фідер – 2 шт.  
Витрата палива на фідері – 6,79 г/с газу природного, 315,400 тис. м<sup>3</sup>/рік, 214,156 т/рік при  $\rho = 0,679$ . По даним постачальника палива Боярського ЛВУМГ  $\max Q = 7980 \text{ кКал/м}^3$ , або  $Q_o^n = 33,41 \text{ МДж/м}^3$ ,  $Q_i^r = 49,20 \text{ МДж/кг}$ .  
Для визначення показників по  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{\text{NO}}^{\max} = 10,0 \text{ мг/м}^3, C_{\text{CO}}^{\max} = 35,45 \text{ мг/м}^3, C_{\text{сажа}}^{\max} = 62,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимальноразових викидів  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ , сажі ведемо по формулі (1), а розрахунок валових викидів забруднюючих речовин - по формулі (2).

Для виробки склотари встановлено дві машини ВВ-7, які в літній період змінюються на машини ЗПВМЗ, техрегламентом передбачено змащення машинних форм. Для змащення використовуються мастила І-20, І-40, по «нормативним показникам викидів...» :Харків. 1994 р.:

- частка мастила, що сублімується  
(вуглеводні граничні  $C_{12}-C_{19}$ ) – 33,0%;
  - частка мастила, що утворює сажу (сажа) – 60,0%
  - частка мастила, що утворює СО (вуглецю оксид) – 3,0%;
  - коефіцієнт виходу СО при неповному окисленні мастил – 1,97 кг/кг.
- Витрата мастил І-20, І-40: 10,0 т/рік; 1,136 кг/год; 0,315 г/с – на кожну машину по даним замовника.

$$M_{\text{вуглеводні граничні } C_{12}-C_{19}} = 0,315 \cdot 2,0 \cdot 0,33 = 0,2 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{вуглеводні граничні } C_{12}-C_{19} \text{ рік}} = 10,0 \cdot 2,0 \cdot 0,33 = 6,6 \text{ т/рік}.$$

По забруднюючим речовинам Нg,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $N_2O$  розрахунки проведено по формулі (5).

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 5:

$$M_{NO_2} = 0,022 \text{ г/с}; M_{NO_2 \text{ рік}} = 0,694 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{сажа}} = 0,136 \text{ г/с}; M_{\text{сажа рік}} = 4,3 \text{ т/рік};$$

$M_{CO} = 0,078 \text{ г/с}; M_{CO \text{ рік}} = 5,098 \text{ т/рік};$  (сумарно з врахуванням викиду СО від спалювання газу природного на фідерах).

$$M_{\text{вуглеводні граничні } C_{12}-C_{19}} = 0,2 \text{ г/с}; M_{\text{вуглеводні граничні } C_{12}-C_{19} \text{ рік}} = 6,6 \text{ т/рік};$$

$$M_{Hg} = 0,00000003 \text{ г/с}; M_{Hg \text{ рік}} = 0,000001 \text{ т/рік};$$

$$M_{CH_4} = 0,00033 \text{ г/с}; M_{CH_4 \text{ рік}} = 0,01 \text{ т/рік};$$

$$M_{CO_2} = 18,26 \text{ г/с}, M_{CO_2 \text{ рік}} = 576,12 \text{ т/рік};$$

$$M_{N_2O} = 0,000033 \text{ г/с}, M_{N_2O \text{ рік}} = 0,001 \text{ т/рік}.$$

Джерело 6

Аераційний ліхтар цеху №2.

Склоформуюча машина – 1 шт, фідер – 1 шт.

Витрата палива на фідері – 18,0 м<sup>3</sup>/год газу природного, 157,700 тис. м<sup>3</sup>/рік, 107,078 т/рік при  $\rho=0,679$ . По даним постачальника палива Боярського ЛВУМГ  $Q_{\max} = 7980$  кКал/м<sup>3</sup>, або

$$Q_o^n = 33,41 \text{ МДж/м}^3, Q_i^r = 49,20 \text{ МДж/кг}.$$

Для визначення показників по NO<sub>2</sub>, СО були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{\max \text{ NO}_2} = 10,0 \text{ мг/м}^3, C_{\max \text{ CO}} = 16 \text{ мг/м}^3, C_{\max \text{ сажа}} = 59,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимальноразових викидів NO<sub>2</sub>, СО, сажі ведемо по формулі (1), а розрахунок валових викидів забруднюючих речовин - по формулі (2).

Для виробки склотари встановлено дві машини ВВ-7, які в літній період змінюються на машини ЗПВМЗ, техрегламентом передбачено змащення машинних форм. Для змащення використовуються мастила І-20, І-40, по «нормативним показникам викидів...» :Харків. 1994р.:

- частка мастила, що сублімується (вуглеводні граничні C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>) – 33,0%;
- частка мастила, що утворює сажу (сажа) – 60,0%
- частка мастила, що утворює СО (СО) – 3,0%;
- вміст сажі в мастилі – 84,5%;
- коефіцієнт виходу СО при неповному окисленні мастил – 1,97 кг/кг.

Витрата мастил І-20, І-40: 10,0 т/рік; 1,136 кг/год; 0,315 г/с – на кожну машину по даним замовника.

$$M_{\text{вуглеводні граничні C}_{12}\text{-C}_{19}} = 0,315 \cdot 0,33 = 0,104 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{вуглеводні граничні C}_{12}\text{-C}_{19} \text{ рік}} = 10,0 \cdot 0,33 = 3,3 \text{ т/рік}.$$

По забруднюючим речовинам Нg, СН<sub>4</sub>, СО<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O розрахунки проведемо по формулі (5).

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 6:

$$M_{\text{NO}_2} = 0,023 \text{ г/с}; M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 0,725 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{сажа}} = 0,135 \text{ г/с}; M_{\text{сажа рік}} = 4,257 \text{ т/рік};$$

$M_{\text{CO}} = 0,037 \text{ г/с}; M_{\text{CO рік}} = 1,745 \text{ т/рік}$  (сумарно з врахуванням викиду СО від спалювання газу природного на фідерах);

$M_{\text{вуглеводні граничні C12-C19}} = 0,104 \text{ г/с}; M_{\text{вуглеводні граничні C12-C19 рік}} = 3,3 \text{ т/рік};$

$M_{\text{Hg}} = 0,0000005 \text{ г/с}; M_{\text{Hg рік}} = 0,000001 \text{ т/рік};$

$M_{\text{CH}_4} = 0,00017 \text{ г/с}; M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 0,0052 \text{ т/рік};$

$M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 288,05 \text{ т/рік};$

$M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 0,00052 \text{ т/рік}.$

Джерело 7

Піч відпалу ЛЕР.

T - 8760,0 год/рік. Скловироби після формовки відпалюються в печах відпалу, які працюють на природному газі.

Витрата палива – 157,680 тис.м<sup>3</sup>/рік газу природного, 107,064 т/рік, 18,0 м<sup>3</sup>/год при  $\rho = 0,679$ . По даним постачальника палива Боярського ЛВУМГ

$\max Q = 7980 \text{ кКал/м}^3$ , або  $Q_o^n = 33,41 \text{ МДж/м}^3$ ,  $Q_i^r = 49,20 \text{ МДж/кг}.$

Для визначення показників по NO<sub>2</sub>, CO були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$C^{\max}_{\text{NO}_2} = 72,9 \text{ мг/м}^3$ ,  $C^{\max}_{\text{CO}} = 144,0 \text{ мг/м}^3.$

Розрахунок максимально разових викидів ведемо по формулі (1).

Розрахунок валових викидів забруднюючих речовин - по формулі (2).

По забруднюючим речовинам Hg, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O розрахунки проведемо по формулі (6).

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 7:

$M_{\text{NO}_2} = 0,035 \text{ г/с}; M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 0,112 \text{ т/рік};$

$M_{\text{CO}} = 0,069 \text{ г/с}; M_{\text{CO рік}} = 0,09 \text{ т/рік};$

$M_{\text{Hg}} = 0,00000002 \text{ г/с}; M_{\text{Hg рік}} = 0,0000005 \text{ т/рік};$

$M_{\text{CH}_4} = 0,00017 \text{ г/с}; M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 0,0052 \text{ т/рік};$

$M_{\text{CO}_2} = 9,12 \text{ г/с}; M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 288,02 \text{ т/рік};$

$M_{\text{N}_2\text{O}} = 0,000017 \text{ г/с}; M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 0,00051 \text{ т/рік}.$

Джерело 8

Склад палива та мінерального масла призначене для прийому та зберігання нафтопродуктів в кількості, необхідній для забезпечення технологічного процесу.

Заправка двома системами зливу типу «пістолет» АКТ-20, два на бензин та один на дизпаливо. Розрахунок викидів нафтопродуктів проводиться за «Сборником методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами», Л. Гидрометеиздат, 1986 г. За даними ГОСТу 12.1.005-88 етильований бензин відноситься до 1-го класу небезпеки, неетильований бензин та дизпаливо до 4-го класу небезпеки. Строк зберігання нафтопродуктів не перевищує нормативних і знаходиться в межах строку придатності.

1. Розрахунок викидів в атмосферу забруднюючих речовин в кг/год з резервуарів при зберіганні:

$$M = 2,52 \times V_{\text{ж}} \times P_s (38) \times M_{\text{п}} \times (K5_{\text{х}} + K5_{\text{т}}) \times K6 \times K7 \times (1 - n) \times 10^{-9}; \text{ кг/год}$$

2. Розрахунок валових викидів забруднюючих речовин при заправці:

$$M = 2,52 \times V_{\text{ж}} \times P_s (38) \times M_{\text{п}} \times (K5_{\text{х}} + K5_{\text{т}}) \times K8 \times (1 - n) \times 10^{-9}, \text{ кг/год}$$

3. Розрахунок валових викидів забруднюючих речовин при зливів нафтопродуктів:

$$M = 0,2485 \times V_{\text{ж}} \times P_s (38) \times M_{\text{п}} \times (K5_{\text{х}} + K5_{\text{т}}) \times 10^{-9}, \text{ кг/год}$$

Розрахунок максимальноразових (г/с) та валових (т/рік) викидів забруднюючих речовин в атмосферу проводяться для кожного продукту окремо з врахуванням обертаємості впродовж року.

$M_{\text{г/с}i} = q_{\text{іс}}/3600 \cdot 10^3$ ; де:  $M_{\text{г/с}i}$  – потужність викиду і-ої забруднюючої речовини, г/с.;

$q_{\text{іс}}$  – питомий визначений викид і-ої забруднюючої речовини, кг/год;

$10^3$  – перевідний коефіцієнт кг в г.

Розрахунок валових (т/рік) викидів забруднюючих речовин в атмосферу проводимо для кожного продукту окремо з врахуванням оборотності впродовж року по формулі (2).

## Заправка, зберігання та злив нафтопродуктів

Назва забруднюючої речовини	Зберігання нафтопродуктів			
	Час роботи, год/рік	кг/год	г/с	т/рік
Бензин	8760,0	0,0157	0,0043	0,136
Дизпаливо	8760,0	$0,095 \cdot 10^{-5}$	$0,026 \cdot 10^{-5}$	$0,08 \cdot 10^{-4}$
Мінеральне масло	8760,0	$0,022 \cdot 10^{-6}$	$0,006 \cdot 10^{-6}$	$0,192 \cdot 10^{-6}$
Заправка нафтопродуктів				
Бензин	31,4	0,0081	0,0022	$0,025 \cdot 10^{-2}$
Дизпаливо	20,2	$0,014 \cdot 10^{-4}$	$0,038 \cdot 10^{-5}$	$0,03 \cdot 10^{-6}$
Мінеральне масло	25,2	$0,03 \cdot 10^{-6}$	$0,01 \cdot 10^{-6}$	$0,0009 \cdot 10^{-6}$
Злив нафтопродуктів				
Бензин	2,5	$0,043 \cdot 10^{-2}$	$0,0120^{-2}$	$0,01 \cdot 10^{-5}$
Дизпаливо	1,6	$0,08 \cdot 10^{-6}$	$0,02 \cdot 10^{-6}$	$0,011 \cdot 10^{-8}$
Мінеральне масло	2,0	$0,0155 \cdot 10^{-7}$	$0,0043 \cdot 10^{-7}$	$0,00003 \cdot 10^{-7}$

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 8:

$$M_{\text{бензин}} = 0,00662 \text{ г/с}, M_{\text{бензин рік}} = 0,136251 \text{ т/рік}.$$

$$M_{\text{вуглеводні C12-C19}} = 0,00000066 \text{ г/с}, M_{\text{вуглеводні C12-C19 рік}} = 0,000008 \text{ т/рік}.$$

$$M_{\text{масло мінер.}} = 0,000000053 \text{ г/с}, M_{\text{масло мінер. рік}} = 0,0000002 \text{ т/рік}.$$

Джерело 13, Джерело 60 (резервний)

Сушка піску, сушильний барабан СМ-45.

$T = 4380,0$  год/рік.  $Q$  по газу =  $104 \text{ нм}^3/\text{год}$ ,  $346,02 \text{ тис. м}^3/\text{рік}$ ,  $234,95 \text{ т/рік}$ , при  $\rho = 0,679$ . По даним постачальника палива Боярського ЛВУМГ  $\max Q = 7980 \text{ кКал/м}^3$ , або  $Q_o^n = 33,41 \text{ МДж/м}^3$ ,  $Q_i^r = 49,20 \text{ МДж/кг}$ .

Для визначення г/с показників по  $\text{NO}_2$  та  $\text{CO}$  були проведені прямі інструментальні виміри на джерелі 13 «Unigas 3000». По забруднюючим речовинам  $\text{Hg}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  розрахунки проведемо по формулі (5).

Для визначення показників по  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ , пилу неорг.  $\text{SiO}_2 > 70\%$  були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{\text{NO}_2}^{\text{max}} = 116,0 \text{ мг/м}^3, C_{\text{CO}}^{\text{max}} = 215,7 \text{ мг/м}^3, C_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\%}^{\text{max}} = 49,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимально разових викидів ведемо по формулі (1) і враховуємо, що  $V = 1,97 \text{ м}^3/\text{сек}$ .

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 13 і 60:

$$M_{\text{NO}_2} = 0,031 \text{ г/с}; M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 0,349 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}} = 0,420 \text{ г/с}; M_{\text{CO рік}} = 5,208 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\%} = 0,096 \text{ г/с}; M_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\% \text{ рік}} = 1,522 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Hg}} = 0,0000001 \text{ г/с}; M_{\text{Hg рік}} = 0,0000011 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CH}_4} = 0,0007 \text{ г/с}; M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 0,011 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 632,05 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 0,0011 \text{ т/рік}.$$

Джерело 14

Сушка доломіту, сушильний барабан СМ-45.

$T = 4380,0 \text{ год/рік}$ .  $Q$  по газу =  $68,0 \text{ нм}^3/\text{год}$ ,  $48,18 \text{ тис. м}^3/\text{рік}$ ,  $32,714 \text{ т/рік}$ , при  $\rho = 0,679$ . По даним постачальника палива Боярського ЛВУМГ  $\max Q = 7980 \text{ кКал/м}^3$ , або  $Q_0^n = 33,41 \text{ МДж/м}^3$ ,  $Q_i^f = 49,20 \text{ МДж/кг}$ .

Для визначення г/с показників по  $\text{NO}_2$  та  $\text{CO}$  були проведені прямі інструментальні виміри на джерелі 14 «Unigas 3000». По забруднюючим речовинам  $\text{Hg}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  розрахунки проведемо по формулі (5).

Для визначення показників по  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ , пилу неорг.  $\text{SiO}_2 > 70\%$  були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{\text{NO}_2}^{\text{max}} = 230,96 \text{ мг/м}^3, C_{\text{CO}}^{\text{max}} = 84,38 \text{ мг/м}^3, C_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\%}^{\text{max}} = 48,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимально разових викидів ведемо по формулі (1) і враховуємо, що  $V = 1,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ .

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 15:

$$M_{\text{NO}_2} = 0,035 \text{ г/с}; M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 0,695 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}} = 0,013 \text{ г/с}; M_{\text{CO рік}} = 0,250 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\%} = 0,08 \text{ г/с}; M_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\% \text{ рік}} = 1,261 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Hg}} = 0,00000001 \text{ г/с}; M_{\text{Hg рік}} = 0,0000002 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CH}_4} = 0,0001 \text{ г/с}; M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 0,0016 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 88,0 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 0,00016 \text{ т/рік};$$

Джерело 15

Лінія дозування соди. Т – 8760 год/рік.

Для визначення показника по  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].  $C_{\text{max}}^{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 19,0 \text{ мг/м}^3$ .

Розрахунок максимально разових викидів ведемо по формулі (1) і враховуємо, що  $V = 0,58 \text{ м}^3/\text{сек}$ .

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 10^{-3} \cdot 19,0 \cdot 0,58 = 0,011, \text{ г/с};$$

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,011 \cdot 8760,0 \cdot 3600 = 0,347 \text{ т/рік}.$$

Джерело 16

Лінія обробки вугілля. Т – 384 год/рік. Вугілля розвантажується та зберігається в закритому складі. Для визначення показника по пилу антрациту були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{\text{пил антрациту}}^{\text{max}} = 10,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимально разових викидів ведемо по формулі (1) і враховуємо, що  $V = 0,34 \text{ м}^3/\text{сек}$ .

$$M_{\text{пил антрациту}} = 10^{-3} \cdot 10,0 \cdot 0,34 = 0,004, \text{ г/с};$$

$$M_{\text{пил антрациту рік}} = 10^{-6} \cdot 0,004 \cdot 384,0 \cdot 3600 = 0,005 \text{ т/рік}.$$

Джерела 19, 61

РМЦ. Дільниця обробки форм (дж. 61), піскоструйна камера (дж. 19).

Т – 1506 год/рік. Для визначення показників по пилу неорг.  $\text{SiO}_2 > 70\%$  були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].



Дж. 19:  $C_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\%}^{\text{max}} = 120,0 \text{ мг/м}^3$ .

Дж. 61:  $C_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\%}^{\text{max}} = 20,0 \text{ мг/м}^3$ .

Розрахунок максимально разових викидів ведемо по формулі (1) і враховуємо, що  $V = 0,4 \text{ м}^3/\text{сек}$  для Дж. 20 і  $V = 1,55 \text{ м}^3/\text{сек}$  для Дж. 61.

Дж. 19:  $M_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\%} = 10^{-3} \cdot 120,0 \cdot 0,4 = 0,048, \text{ г/с};$

$M_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\% \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,048 \cdot 1506,0 \cdot 3600 = 0,260 \text{ т/рік.}$

Дж. 61:  $M_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\%} = 10^{-3} \cdot 20 \cdot 1,55 = 0,031, \text{ г/с};$

$M_{\text{пил неорг. SiO}_2 > 70\% \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,031 \cdot 1506,0 \cdot 3600 = 0,1680 \text{ т/рік.}$

Джерела 20, 23

Склотарний цех № 1. Лінія зміцнення пляшки. Т – 8760 год/рік. Для зміцнення пляшки використовується пристрій для нанесення оксидно-металевого покриття ( $\text{SnCl}_4$ ). Розрахунки ведемо згідно технологічних нормативів по витраті сировини. Норма витрати олова чотирьоххлористого (ТУ-6-0-9-3182)-54 г/1000 пляшок 0,5 л. Виробнича програма 82348,0 пляшки на рік. Таким чином річна витрата  $\text{SnCl}_4$  –  $G = 4446,792 \text{ кг/рік.}$

Для визначення показників по HCl були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

Дж. 20:  $C_{\text{HCl}}^{\text{max}} = 28,5 \text{ мг/м}^3$ .

Дж. 23:  $C_{\text{HCl}}^{\text{max}} = 27,9 \text{ мг/м}^3$ .

Розрахунок максимальноразових викидів ведемо по формулі (1) і враховуємо, що  $V = 1,4 \text{ м}^3/\text{сек}$ , а розрахунок валових викидів – по формулі (2). , Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 20 і 23:

$M_{\text{HCl}} = 0,004 \text{ г/с}; M_{\text{HCl рік}} = 1,260 \text{ т/рік.}$

Джерело 21

РМЦ. Заточний та токарний верстати. Т - 753 год/рік.

Для визначення показників по пилу абразивно-металічному були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{max} = 14,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимальноразових викидів ведемо по формулі (1) і враховуємо, що  $V = 0,58 \text{ м}^3/\text{сек}$ , а розрахунок валових викидів – по формулі (2).

$$M_{\text{пил абразивно-металічний}} = 10^{-3} \cdot 14,0 \cdot 0,58 = 0,008, \text{ г/с.}$$

$$M_{\text{пил абразивно-металічний рік}} = 10^{-6} \cdot 0,0081 \cdot 753,0 \cdot 3600 = 0,022 \text{ т/рік.}$$

## Джерело 22

Аераційний ліхтар цеху №1. Склоформуєча машина – 3 шт., фідер – 3 шт. Витрата палива на фідері –  $112,24 \text{ м}^3/\text{год}$  газу природного,  $1261,4 \text{ тис. м}^3/\text{рік}$ ,  $856,49 \text{ т/рік}$  при  $\rho=0,679$ . По даним постачальника палива Боярського ЛВУМГ  $\max Q - 7980 \text{ кКал/м}^3$ , або  $Q^0 - 33,41 \text{ МДж/м}^3$ ,  $Q^i - 49,20 \text{ МДж/кг}$ .

Для визначення показників по  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ , сажі були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{max \text{ NO}_2} = 10,1 \text{ мг/м}^3, C_{max \text{ CO}} = 12,5 \text{ мг/м}^3, C_{max \text{ сажі}} = 47,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимальноразових викидів ведемо по формулі (1) і враховуємо, що  $V = 2,57 \text{ м}^3/\text{сек}$ , розрахунок валових викидів - по формулі (2).

Для виробки склотари встановлено дві машини ВВ-7, які в літній період змінюються на машини ЗПВМЗ, техрегламентом передбачено змащення машинних форм. Для змащення використовуються мастила І-20, І-40, по «нормативним показникам викидів...»: Харків. 1994 р.:

- частка мастила, що сублімується  
(вуглеводні граничні  $\text{C}_{12}\text{-C}_{19}$ ) – 33,0%;
  - частка мастила, що утворює сажу (сажа) – 60,0%
  - частка мастила, що утворює  $\text{CO}$  ( $\text{CO}$ ) – 3,0%;
  - вміст сажі в мастилi – 84,5%;
  - коефіцієнт виходу  $\text{CO}$  при неповному окисленні мастил – 1,97 кг/кг.
- Витрата мастил І-20, І-40:  $10,0 \text{ т/рік}$ ;  $1,136 \text{ кг/год}$ ;  $0,315 \text{ г/с}$ . – на кожну машину по даним замовника.

$$M_{\text{вуглеводні граничні C}_{12}\text{-C}_{19}} = 0,315 \cdot 3,0 \cdot 0,33 = 0,312 \text{ г/с;}$$

$$M_{\text{вуглеводні граничні C}_{12}\text{-C}_{19} \text{ рік}} = 10,0 \cdot 3,0 \cdot 0,33 = 9,9 \text{ т/рік.}$$

По забруднюючим речовинам Hg, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O розрахунки проведемо по формулі (5).

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 22:

$$M_{\text{NO}_2} = 0,026 \text{ г/с}; M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 0,820 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{сажа}} = 0,12 \text{ г/с}; M_{\text{сажа рік}} = 3,784 \text{ т/рік};$$

$M_{\text{CO}} = 0,032 \text{ г/с}; M_{\text{CO рік}} = 2,489 \text{ т/рік};$  (сумарно з врахуванням викиду CO від спалювання газу природного на фідерах).

$$M_{\text{вуглеводні граничні C12-C19}} = 0,312 \text{ г/с}; M_{\text{вуглеводні граничні C12-C19 рік}} = 9,9 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Hg}} = 0,0000001 \text{ г/с}; M_{\text{Hg рік}} = 0,000004 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CH}_4} = 0,00013 \text{ г/с}; M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 0,043 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 2357,9 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 0,0043 \text{ т/рік}.$$

Джерело 24

Скловарна піч №2, безперервного типу. Т - 8760 год/рік, Н - 30,0 м, d - 1,2м. Варка скломаси для виготовлення тарного скла. Сировину: шихту та склобій завантажують через завантажувальні столи в автоматичному режимі. Площа варної частини скловарної печі складає 49,16 м<sup>2</sup>, t = 1550,0°C, виробнича потужність печі – 95,0 т/добу, річний об'єм 34675,0 т/рік при коефіцієнті 0,8; гідна продукція 27740,0 т/рік. Витрата палива - 690,0 м<sup>3</sup>/год, 4044,67 т/рік природного газу, 5956,8 тис м<sup>3</sup>/сек, при ρ=0,679, V<sup>дг</sup> - 9,54 м<sup>3</sup>/ м<sup>3</sup>, 3,6 м<sup>3</sup>/с. По даним постачальника палива Боярського ЛВУМГ мах Q - 7980 кКал/м<sup>3</sup>, або Q<sup>n</sup> - 33,41 МДж/м<sup>3</sup>, Q<sup>г</sup> - 49,20 МДж/кг.

Розрахунок максимальноразових викидів ведемо по формулі (1) а розрахунок валових викидів – по формулі (2).

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 24:

$$M_{\text{NO}_2} = 9,22 \text{ г/с}; M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 290,761 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{SO}_2} = 0,585 \text{ г/с}; M_{\text{SO}_2 \text{ рік}} = 18,606 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}} = 0,985 \text{ г/с}; M_{\text{CO рік}} = 31,062 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{пил неорг. SiO}_2 \text{ 70-20\%}} = 0,437 \text{ г/с}; M_{\text{пил неорг. SiO}_2 \text{ 70-20\% рік}} = 13,795 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Hg}} = 0,0000016 \text{ г/с}; M_{\text{Hg рік}} = 0,000049 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{Se}} = 0,0000018 \text{ г/с}; M_{\text{Se рік}} = 0,0000062 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CH}_4} = 0,0146 \text{ г/с}; M_{\text{CH}_4 \text{ рік}} = 0,458 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}_2 \text{ рік}} = 25284,9 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{N}_2\text{O рік}} = 0,045 \text{ т/рік}.$$

Джерело 29

РМЦ. Горно ковальське, працює на кам'яному вугіллі. Т – 1613,0 год/рік.

Для визначення показників по  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ , сажі були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{\text{NO}_2}^{\text{max}} = 15,3 \text{ мг/м}^3, C_{\text{CO}}^{\text{max}} = 25,0 \text{ мг/м}^3, C_{\text{сажа}}^{\text{max}} = 125,0 \text{ мг/м}^3,$$

$$C_{\text{пил неорг. SiO}_2 \text{ 70-20\%}}^{\text{max}} = 48,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимальноразових викидів ведемо по формулі (1) і враховуємо, що  $V = 0,5 \text{ м}^3/\text{сек}$ , розрахунок валових викидів - по формулі (2).

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 29:

$$M_{\text{NO}_2} = 15,3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,0047 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{NO}_2 \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,0076 \cdot 1613,0 \cdot 3600 = 0,044 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{SO}_2} = 25,0 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,013 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{SO}_2 \text{ рік}} = 10^{-6} \cdot 0,0125 \cdot 1613,0 \cdot 3600 = 0,072 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{CO}} = 125,0 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,062 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{CO рік}} = 10^{-6} \cdot 0,062 \cdot 1613,0 \cdot 3600 = 0,360 \text{ т/рік};$$

$$M_{\text{пил неорг. SiO}_2 \text{ 70-20\%}} = 48,0 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,024 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{пил неорг. SiO}_2 \text{ 70-20\% рік}} = 10^{-6} \cdot 0,024 \cdot 1613,0 \cdot 3600 = 0,140 \text{ т/рік}.$$

Джерело 30

РМЦ. Верстат точильно-шліфувальний D – 400 мм. Т – 753 год/рік.

Для визначення показників по пилу абразивно-металевому були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{\text{пил абразивно-металевий}}^{\text{max}} = 43,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимальноразових викидів ведемо по формулі (1), враховуючи, що  $V = 0,11 \text{ м}^3/\text{сек}$ , а розрахунок валових викидів – по формулі (2).

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючих речовин по джерелу 30:

$$M_{\text{пил абразивно-металевий}} = 43,0 \cdot 0,11 \cdot 10^{-3} = 0,005 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{пил абразивно-металевий}} = 10^{-6} \cdot 0,005 \cdot 753,0 \cdot 3600 = 0,013 \text{ т/рік}.$$

Джерело 62

РМЦ, деревообробна діляниця.  $T = 1004 \text{ год/рік}$ . Діляниця обладнана: стругальний верстат – 2 од, токарний – 2 од, рейсмусний верстат – 1 од. В штаті на деревообробній ділянці працює два столяри, таким чином можна зробити висновок, що одно моментно працює не більш ніж два верстати. Діляницю обладнано місцевими підсосами від кожного верстату.

Для визначення показників по пилу деревини були проведені прямі інструментальні виміри, результати яких надані в [3,4].

$$C_{\text{пил деревини}}^{\text{max}} = 39,0 \text{ мг/м}^3.$$

Розрахунок максимальноразових викидів ведемо по формулі (1), враховуючи, що  $V = 0,32 \text{ м}^3/\text{сек}$ , а розрахунок валових викидів – по формулі (2).

$$\text{Отже, } M_{\text{пил деревини}} = 39,0 \cdot 0,32 \cdot 10^{-3} = 0,008 \text{ г/с};$$

Величину відходів розраховано виходячи з кількості перероблюємої сировини – тобто дошок необрізних транспортної вологості, результати яких надані в [3,4].

Кількість сировини, що переробляється, т/рік, знаходимо по формулі:

$$G = V \cdot \gamma, \text{ т/рік}; \text{ де: } \gamma - \text{питома вага сировини, т/м}^3 - 0,53 \text{ т/м}^3; V - \text{кількість сировини} - 6,0 \text{ м}^3; \text{ Отже, } G = 6,0 \cdot 0,53 = 3,18 \text{ т/рік}.$$

Кількість відходів  $Q$  деревообробної ділянці:

$$Q = G \cdot k \cdot 10^{-2}, \text{ т/рік}; \text{ де: } G - \text{кількість сировини, що переробляється} - 3,18 \text{ т/рік}; k - \text{кількість відходів від об'єму отриманої сировини, \%}.$$

Так як провести аналіз по видам сировини і операція, які вона проходить неможливо, але враховуючи, що асортимент виготовлюємої продукції – це

моделі для ливарного виробництва, то приймаємо по таблиці слідуючі показники кількості відходів:

- кускових 16,0%; 0,508 т/рік;
- стружок – 2,0%; 0,064 т/рік;
- ошурків – 10,0%; 0,319 т/рік.

Отже, результат розрахунку викиду забруднюючої речовини по джерелу 64:

$$M_{\text{пил деревини}} = 0,08 \text{ г/с}; M_{\text{пил деревини рік}} = 0,290 \text{ т/рік};$$

## 2.4.2 Обробка результатів інвентаризації та обґрунтування напрямків реконструкції підприємства

Валові викиди основних шкідливих пилогазоподібних забруднюючих речовин в атмосферне повітря на промайданчику ТОВ «Бучанський завод склотари» представлено на рис. 2.1,2.2, 2.3,2.4.

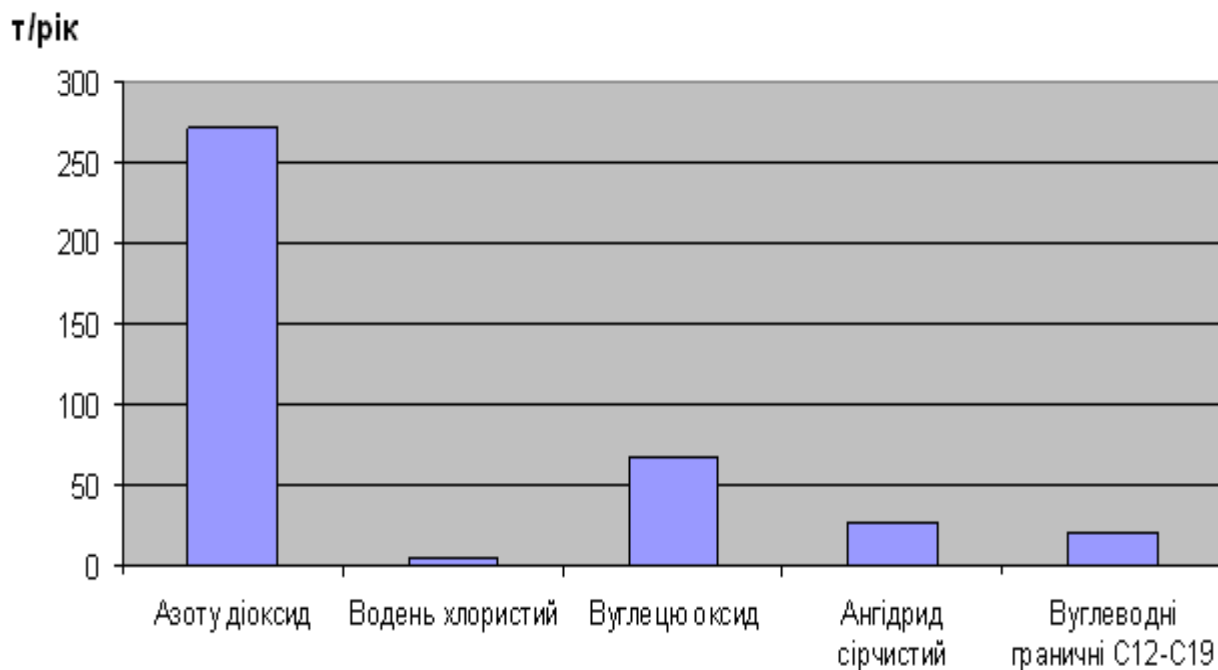


Рисунок 2.1 - Валові викиди основних шкідливих газоподібних речовин

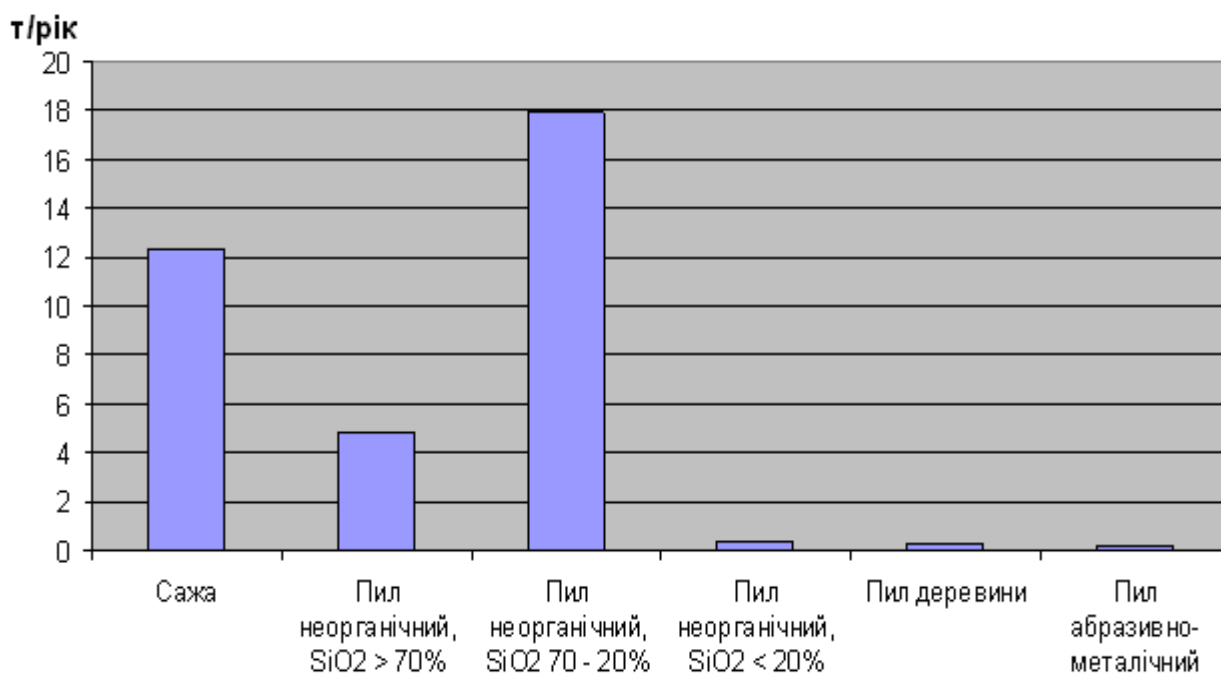


Рисунок 2.2 - Валові викиди основних шкідливих пилових домішок

Т/рік

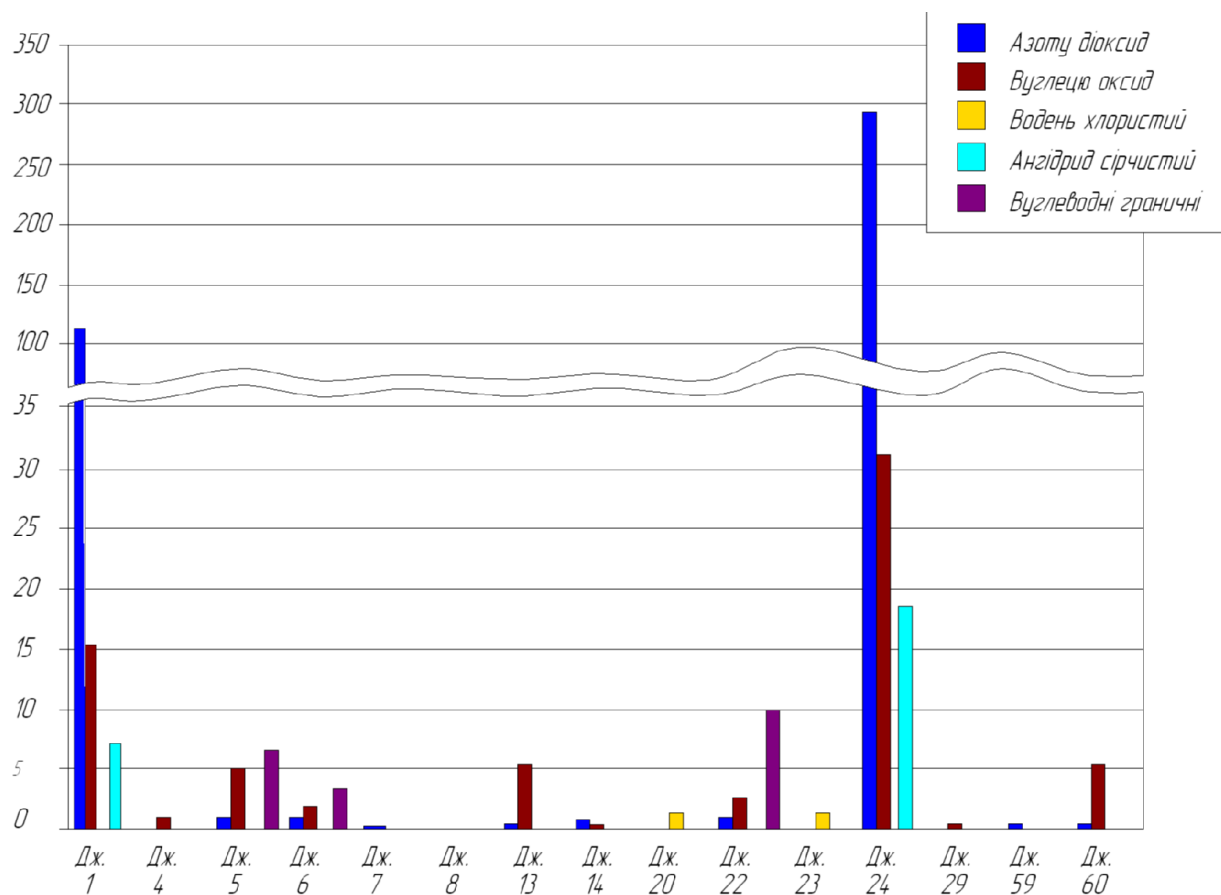


Рисунок 2.3 - Газові валові викиди по джерелам

Т/рік

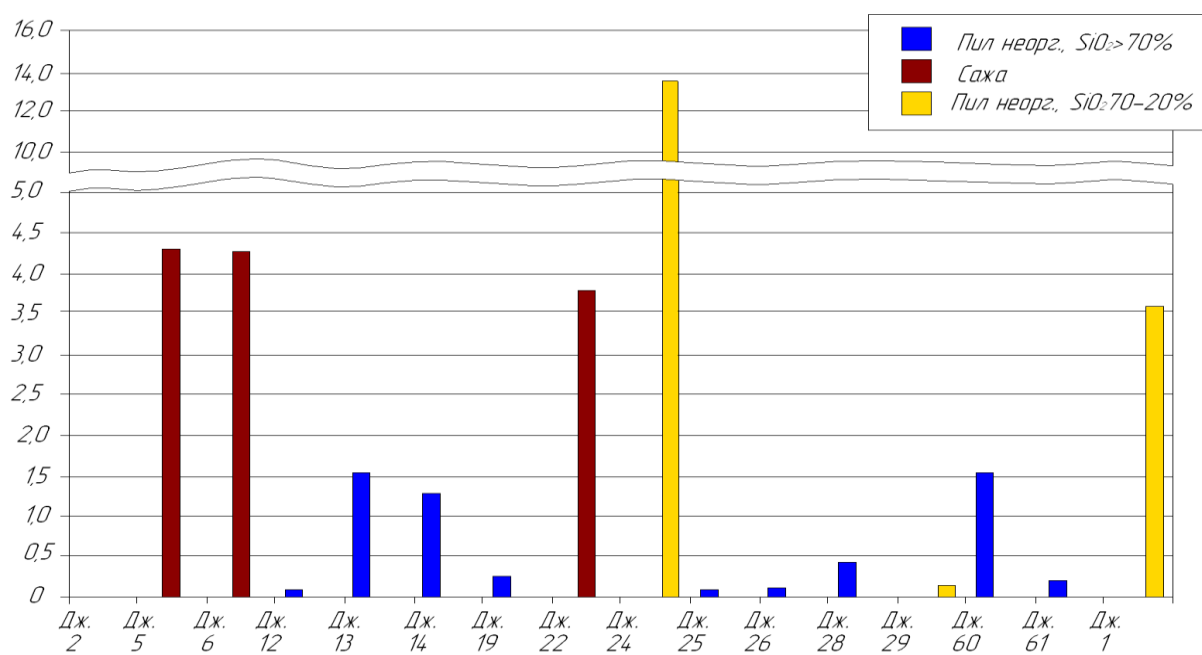


Рисунок 2.4 - Пиліві валові викиди по джерелам



Азоту діоксид, вуглецю оксид, водень хлористий, ангідрид сірчистий та вуглеводні граничні, сажа, пил неорганічний  $\text{SiO}_2$  70 - 20% і пил неорганічний  $\text{SiO}_2 > 70\%$  перевищують порогові значення викидів згідно таблиці 2.3. Величини цих викидів представлені на рис. 2.1 та рис. 2.2.

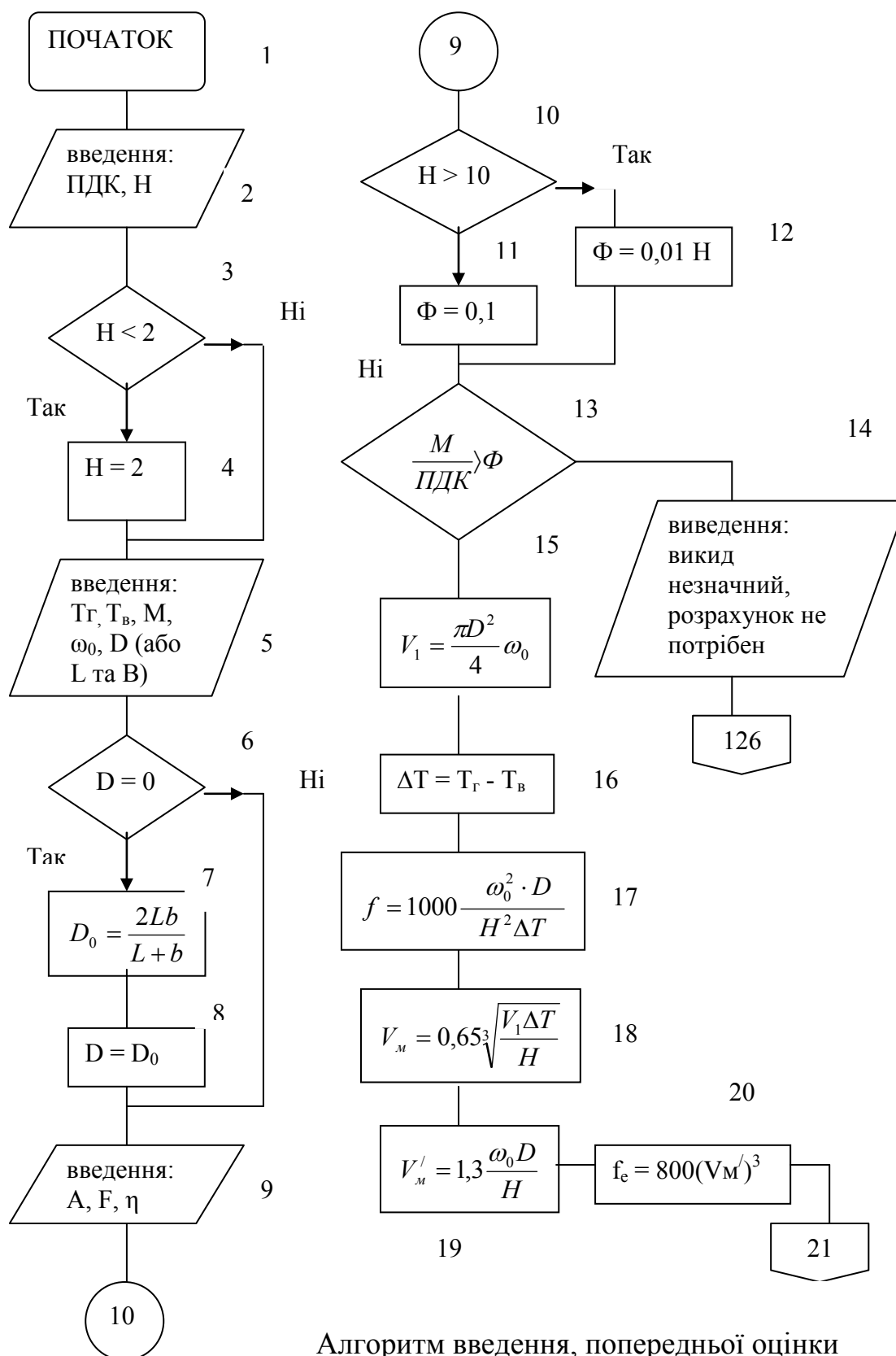
Як видно з рис. 2.1 та рис. 2.2 ТОВ "Бучанський завод склотари" викидає найбільше в атмосферне повітря вуглецю оксиду, азоту діоксиду, пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70 - 20%. Розподіл газоподібних та пилоподібних речовин по джерелам представлений представлений на рис. 2.3 і рис. 2.4 відповідно.

Велика кількість азоту діоксиду та вуглецю оксиду виділяється на джерелі 1 (скловарна піч №1), джерелі 24 (скловарна піч №2). Також високі значення спостерігаються на цьому джерелі пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70 - 20%.

## РОЗРАХУНОК ПРИЗЕМНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ДЛЯ ОСНОВНИХ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

3.1 Алгоритм проведення розрахунку приземних концентрацій для основних джерел викидів атмосфери

Розрахунок приземних концентрацій забруднюючих речовин для джерел, що розглядаються в даному проекті проводимо згідно методики ОНД-86. Відповідно до цієї методики був складений алгоритм (алгоритм представлений на рис. 3.1- 3.8) і програма, яка за необхідними вихідними даними проводить відповідні розрахунки приземних концентрацій на різних відстанях від джерела забруднення та будує графіки цих залежностей.



Алгоритм введення, попередньої оцінки та перетворення вихідних даних

Рисунок 3.1 – Алгоритм розрахунку приземних концентрацій забруднюючих речовин, аркуш 1

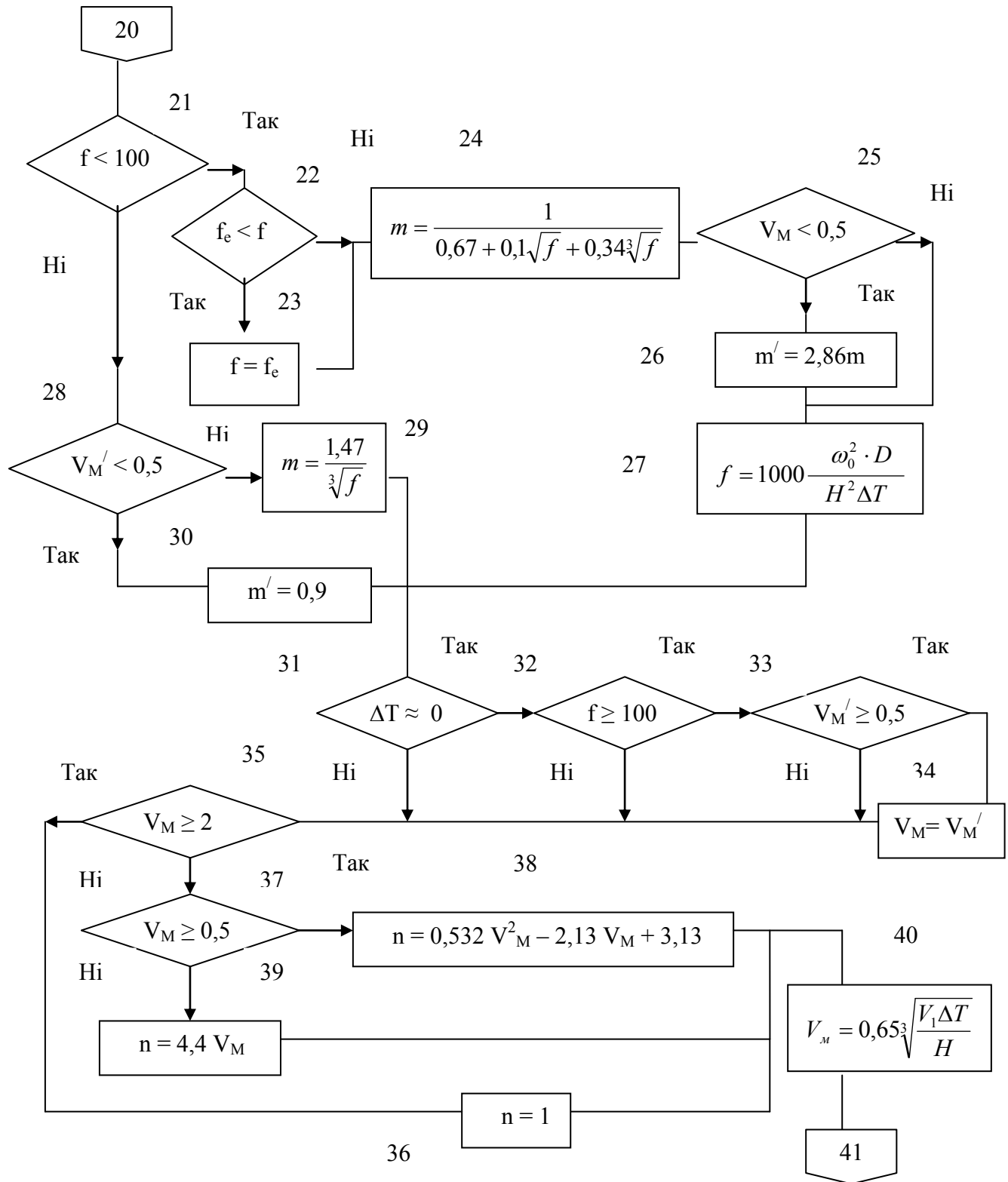


Рисунок 3.2 - Алгоритм розрахунку коефіцієнтів  $m$  ( $m'$ ) і  $n$ , аркуш 2

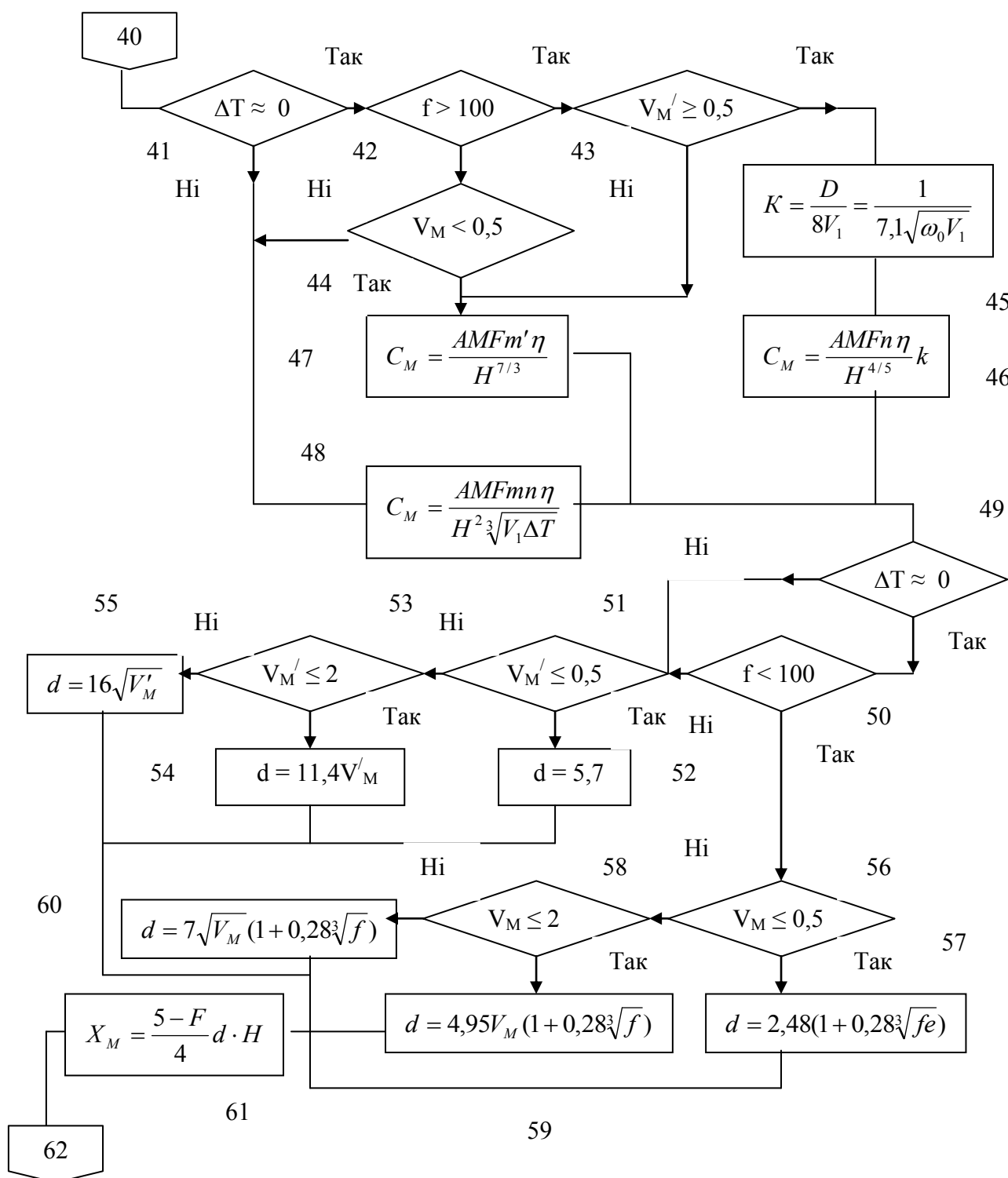


Рисунок 3.3 - Алгоритм визначення максимальної концентрації забруднюючої речовини  $C_M$  при несприятливих метеорологічних умовах і відстані  $X_M$  від джерела викиду, на якому приземна концентрація досягає значення  $C_M$ , аркуш 3

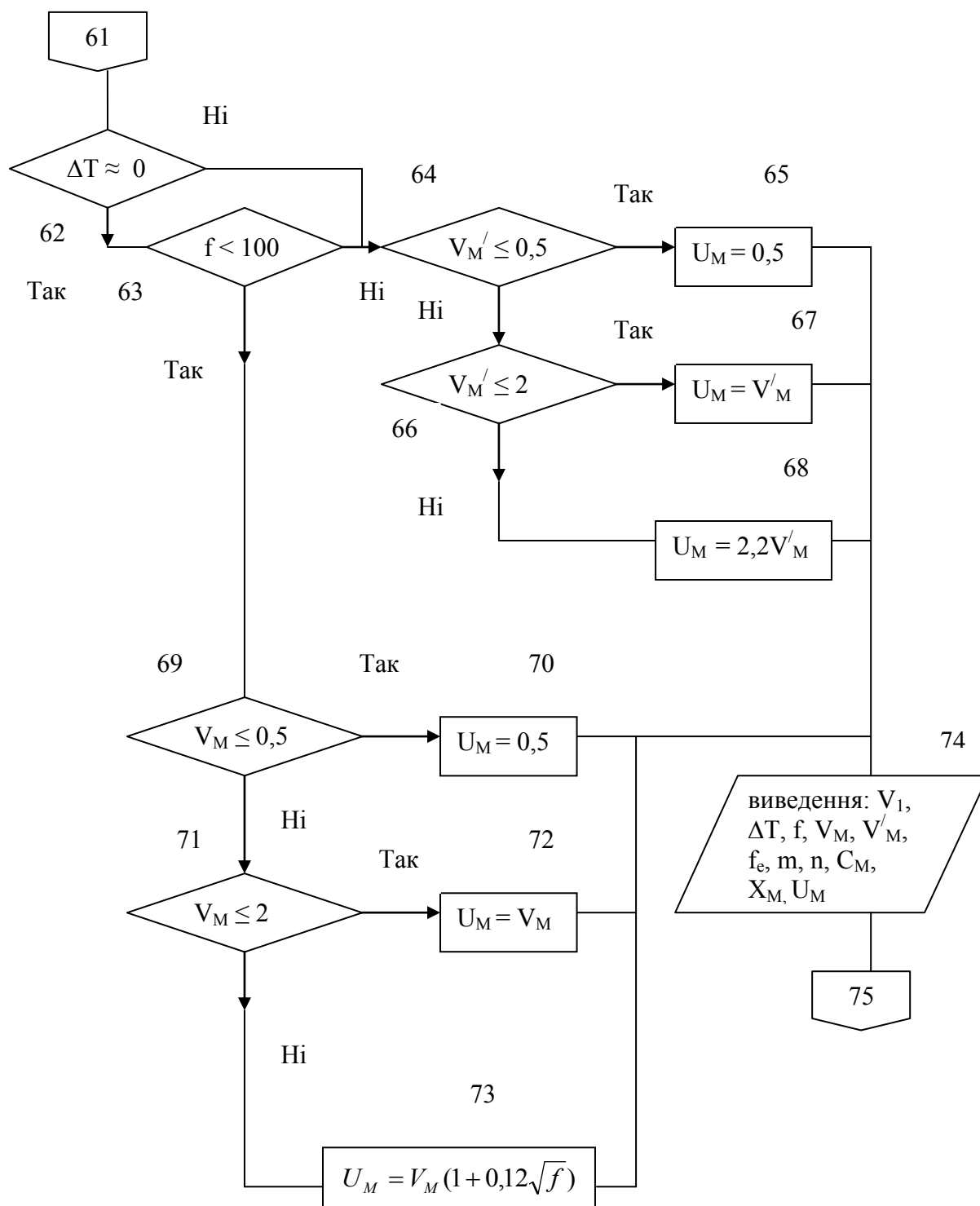


Рисунок 3.4 - Алгоритм визначення значення небезпечної швидкості вітру  $U_M$ , при якій досягається концентрація забруднюючих речовин  $C_M$ , а також виведення результатів попередніх обчислень та значень  $C_M$ ,  $X_M$  та  $U_M$ , аркуш 4

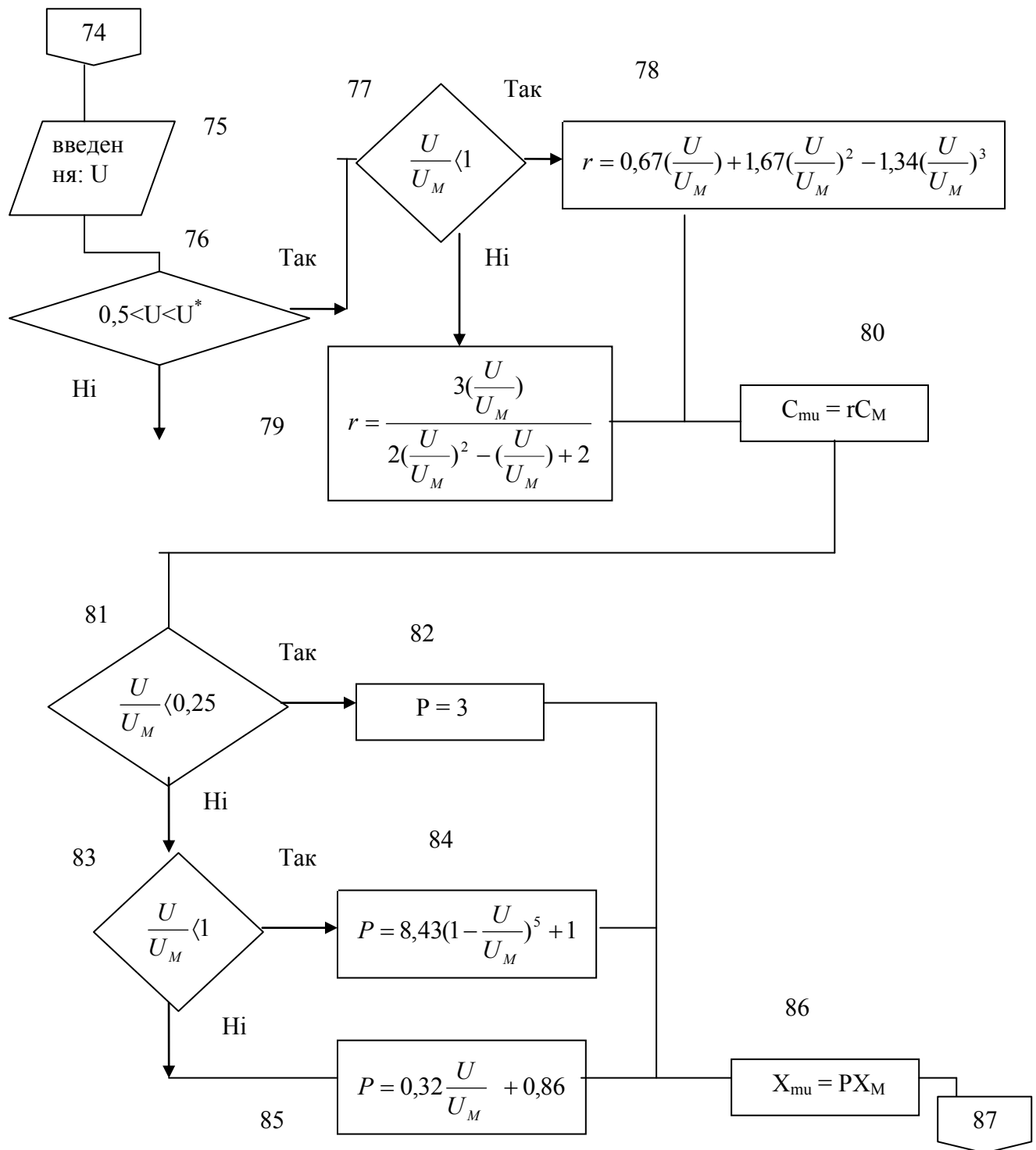


Рисунок 3.5 - Алгоритм визначення максимального значення концентрації забруднюючої речовини  $C_{\mu}$  при несприятливих метеоумовах і швидкості вітру  $U$ , що відрізняється від небезпечної швидкості  $U_M$ , а також відстані  $X_{\mu}$ , на якій досягається максимальна відстань  $C_{\mu}$ , аркуш 5

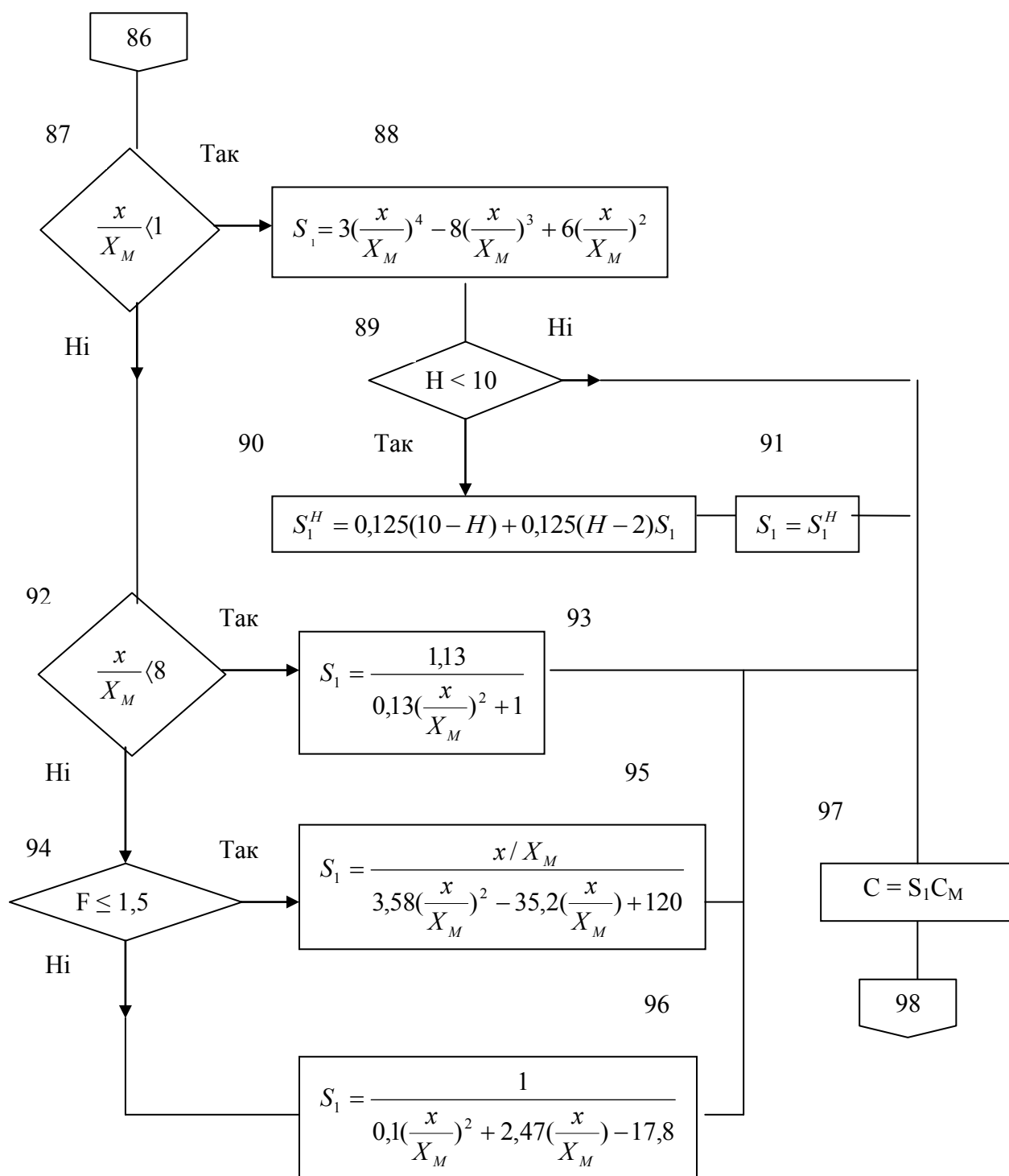


Рисунок 3.6 - Алгоритм визначення приземної концентрації забруднюючої речовини  $C$  при небезпечній швидкості вітру  $U_M$  вздовж осі факела викиду на різних відстанях  $X$  (з кроком  $\Delta X$ ) від джерела викиду, аркуш 6



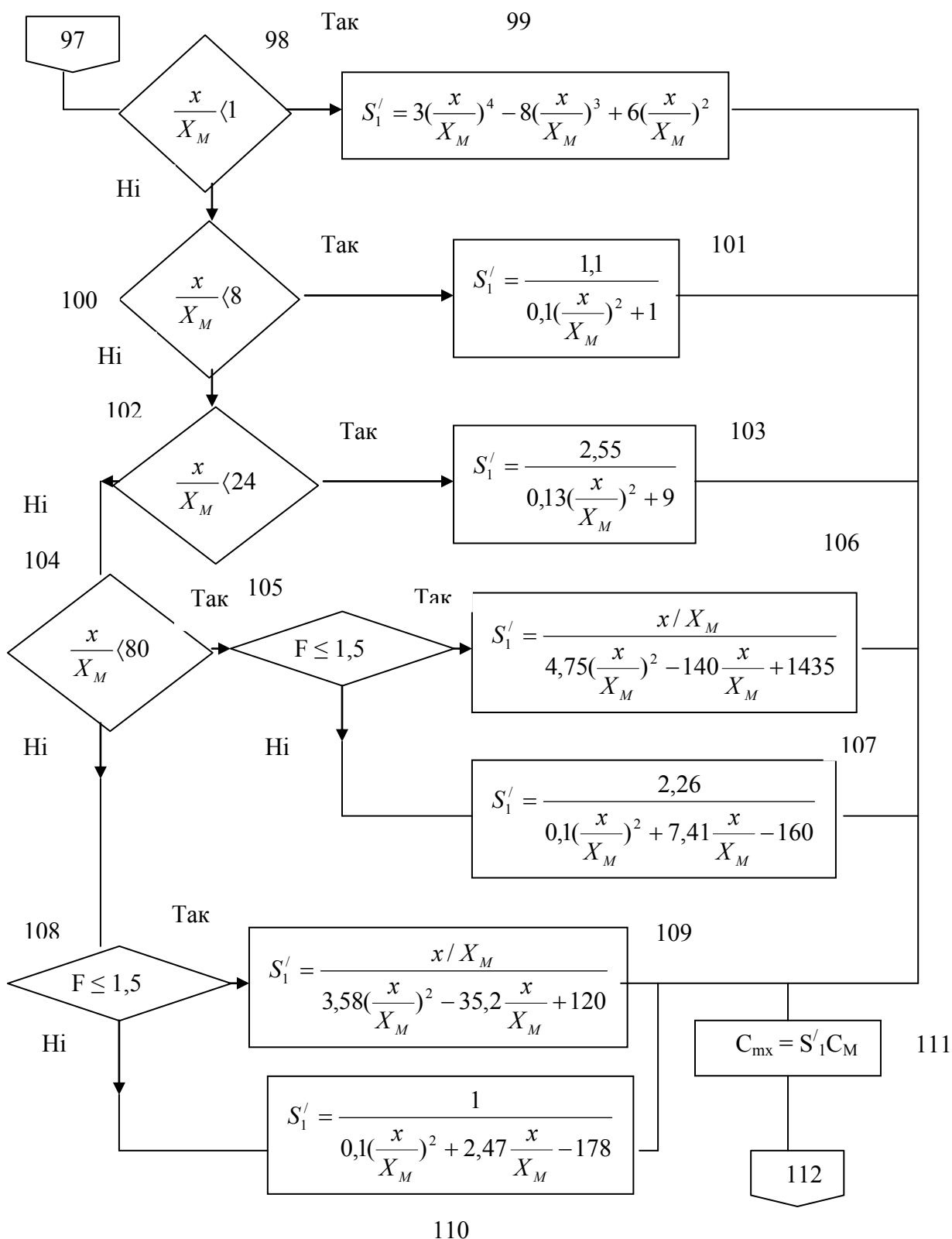


Рисунок 3.7 - Алгоритм визначення максимальної концентрації забруднюючої речовини  $C_{mx}$ , що досягається на осі факела викиду при швидкості вітру  $U_{mx}$  на різних відстанях  $X$  (з кроком  $\Delta X$ ) від джерела викиду, аркуш 7

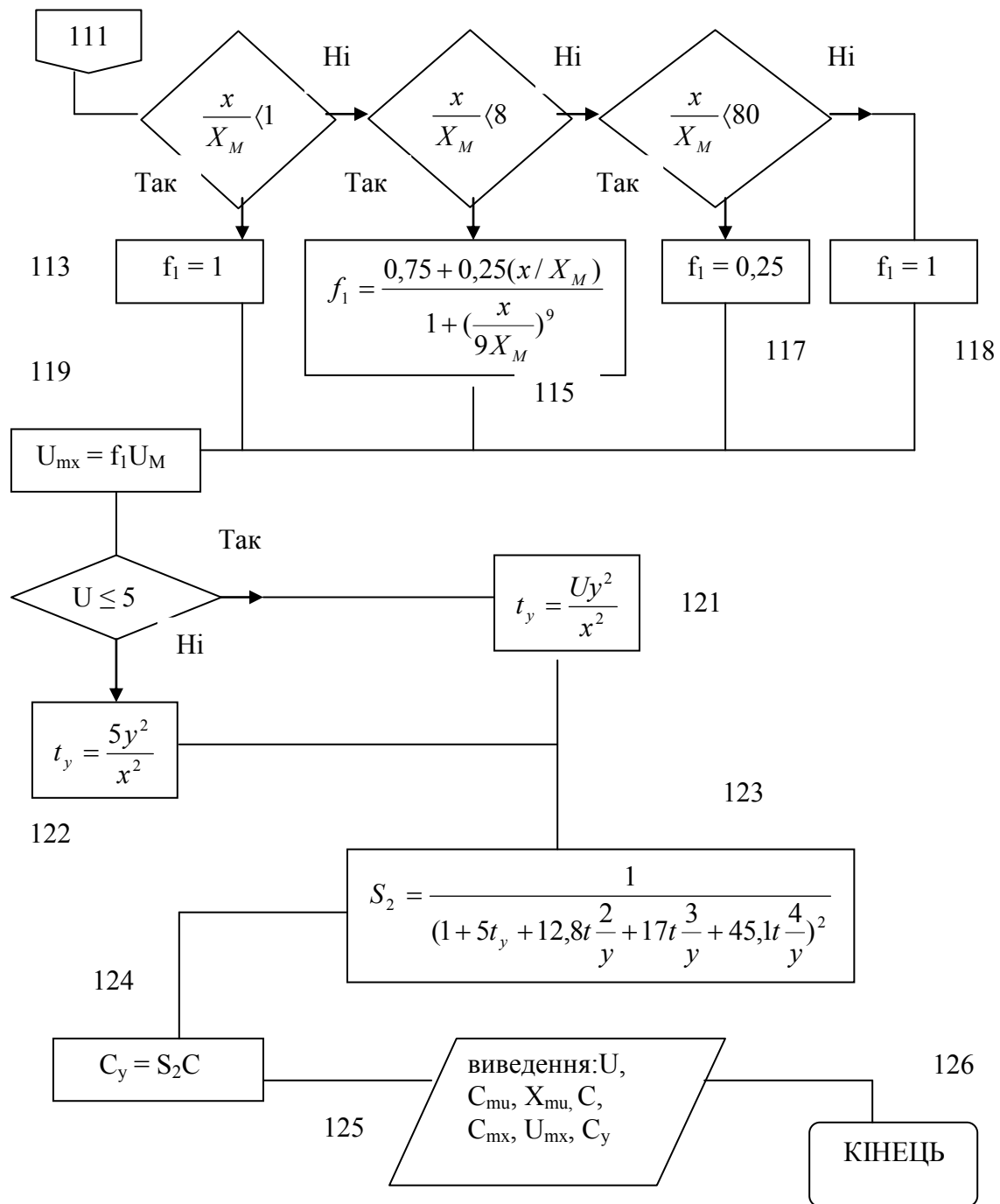


Рисунок 3.8 - Алгоритм визначення швидкостей вітру  $U_{mx}$ , при яких досягаються концентрації  $C_{mx}$ , визначення приземних концентрацій забруднюючої речовини в атмосфері  $C_v$  на відстанях  $Y$  (з кроком  $\Delta Y$ ) по перпендикуляру до вісі факела викиду, а також завершення розрахунків, аркуш 8

### 3.2. Розрахунок приземних концентрацій до реконструкції

Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які необхідні для розрахунку приземних концентрацій забруднюючих речовин наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

#### Метеорологічні характеристики

Найменування характеристик	Величина
Коефіцієнт, що залежить від стратифікації атмосфери, $A$	180
Коефіцієнт рельєфу місцевості, $\eta$	1
Безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі, $F$ :	
для газоподібних речовин і дрібнодисперсних аерозолів;	1
для дрібнодисперсних аерозолів з коефіцієнтом очищення викидів: - не менше як 90%;	2
- від 75-90 %;	2,5
- менше 75% і в разі відсутності очищення	3
Швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5%, м/сек	8,0

Вихідні дані для розрахунку приземних концентрацій забруднюючих речовин (азоту діоксиду, оксиду вуглецю та пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70-20%) зводимо у таблицю 3.2

Таблиця 3.2

Вихідні дані для розрахунку концентрації викидів дж. 24

Висота, м	Діаметр, м	Об'єм газоповітряної суміші, м <sup>3</sup> /с	Швидкість, м/с	Температура, °С	Назва забруднюючої речовини	Потужність викиду	
						г/с	т/рік
30	1,2	13,626	2,953	310	Азоту діоксид	9,22	290,761
					Оксид вуглецю	0,985	31,062
					пил неорг. SiO <sub>2</sub> 70-20%	0,437	13,795
18	0,9	2,2	1,5	25,6	Сажа	0,136	4,3

### 3.2.1. Розрахунок приземних концентрацій азоту діоксиду

Діоксид азоту виділяється при варці скломаси в ванних печах безперервної дії та потрапляє в атмосферу через джерело № 24 (піч №5). Результати розрахунків представимо в табл. 3.3 і табл. 3.4

Таблиця 3.3 – залежність приземної концентрації азоту діоксиду  $C$  від відстані  $X$

$X$ , м	25	35	50	75	100	200	300
$C$ , мг/м <sup>3</sup>	0,02	0,04	0,079	0,135	0,18	0,225	0,195

Значення максимальної концентрації викидів азоту діоксиду  
 $C_m = 0,231$  мг/м<sup>3</sup> на відстані  $X_m = 171$ м, температура  $\Delta T = 290,5^\circ\text{C}$ .

Згідно отриманих даних отримали графік залежності концентрації  $C$  ( $\text{мг/м}^3$ ) від різних відстаней до джерела викиду  $X$  (м) на рис. 3.9.

З побудованого графіку видно що максимальна концентрація викидів азоту діоксиду від джерела № 24 перевищує гранично допустиме значення в 5,7 раз ( $\text{ГДК} = 0,04 \text{ мг/м}^3$ ), а також розсіювання азоту діоксиду не відповідає рівню ГДК в радіусі санітарно захисної зони – 100м. На даних виробничих дільницях необхідно провести комплекс заходів по зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря.

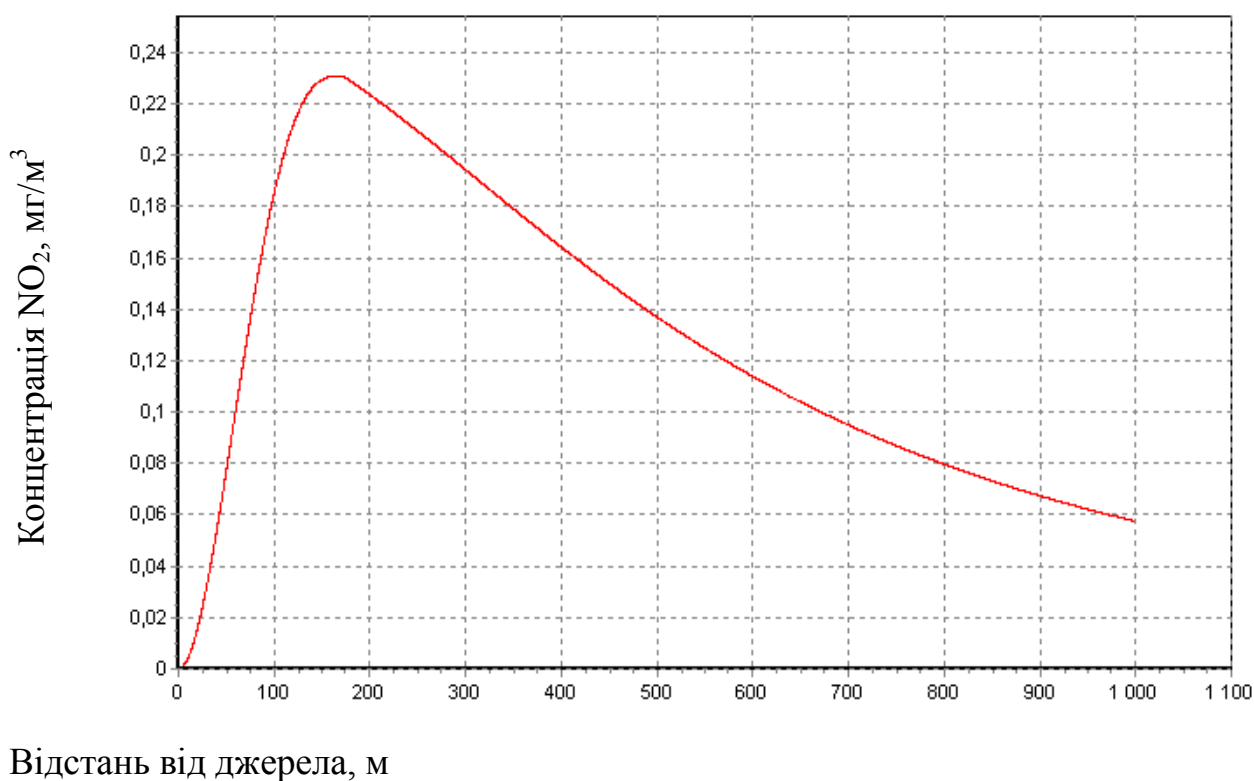


Рисунок 3.9 – Графік залежності приземної концентрації азоту діоксиду  $C$  від відстані  $X$  для досліджуваного джерела.

### 3.2.2 Розрахунок приземних концентрацій вуглецю оксиду

Вуглецю оксид виділяється при варці скломаси, при роботі ванних печей безперервної дії і потрапляють в атмосферу через джерела № 1, № 4, № 5, № 6, № 7, № 13, № 14, № 22, № 24, № 29, № 59, № 60. Результати розрахунків представимо в табл. 3.4 .

Таблиця 3.4

Залежність приземної концентрації вуглецю оксиду С від відстані Х

X, м	25	50	75	100	171	200	300
C, мг/м <sup>3</sup>	0,4	1,4	2,5	3,4	4,25	4,1	3,36

Значення максимальної концентрації викидів вуглецю оксиду  $C_m = 4,25$  мг/м<sup>3</sup> на відстані  $X_m = 171$ м, температура  $\Delta T = 290,5^\circ\text{C}$ .

Згідно отриманих даних отримали графік залежності концентрації вуглецю оксиду С (мг/м<sup>3</sup>) від різних відстаней до джерела викиду Х (м) на Рисунку 3.10

Відстань від джерела, м

Рисунок 3.10 – Графік залежності приземної концентрації вуглецю оксиду С від відстані Х для досліджуваного джерела

З побудованого графіку видно що максимальна концентрація викидів вуглецю оксиду від джерела № 24  $C_m = 4,25$  мг/м<sup>3</sup> буде спостерігатись на відстані  $X_m = 171$  м і вона перевищує гранично допустиме значення в 1,4 рази (ГДК = 3 мг/м<sup>3</sup>). На даній виробничий ділянці необхідно провести комплекс заходів щодо зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря. Обсяги викидів від інших джерел які розміщені в іншому виробничому корпусі та їх розсіювання задовольняє умові

$C_{к.о.} \leq ГДК_{к.о.}$ , як на відстані  $X_m$ , так і в радіусі санітарно захисної зони.

3.2.3 Розрахунок приземних концентрацій пилу неорганічного SiO<sub>2</sub> 70-20%

Пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70-20% завантаженні шихти транспортером у ванну піч безперервної дії та потрапляють в атмосферу через джерела № 1, № 24, № 29. Результати розрахунків представимо в табл. 3.5.

Таблиця 3.5.

Залежність приземної концентрації пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70-20%  $C$  від відстані  $X$

$X, \text{ м}$	25	50	75	100	150	200	300
$C, \text{ мг/м}^3$	0,01	0,1	0,15	0,21	0,26	0,255	0,25

Значення максимальної концентрації викидів пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70-20%  $C_m = 0,261 \text{ мг/м}^3$  на відстані  $X_m = 171 \text{ м}$ , температура  $\Delta T = 290,5^\circ\text{C}$ .

Згідно отриманих даних отримали графік залежності концентрації  $C$  ( $\text{мг/м}^3$ ) від різних відстаней до джерела викиду  $X$  (м) на Рисунку 3.11

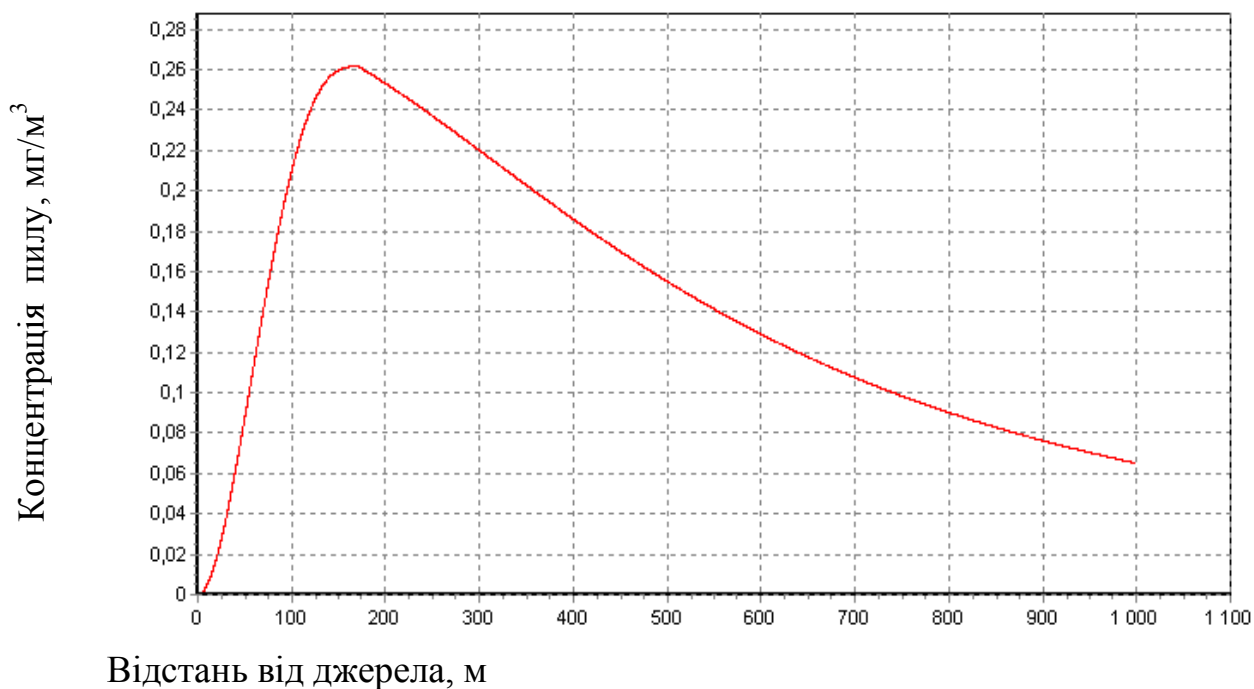


Рисунок 3.11 – Графік залежності приземної концентрації пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70-20%  $C$  від відстані  $X$  для досліджуваного джерела.

З побудованого графіку видно, що максимальна концентрація викидів пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70-20% становить  $0,261 \text{ мг/м}^3$ , що перевищує гранично допустиму концентрацію в 2,6 рази ( $\text{ГДК} = 0,1 \text{ мг/м}^3$ ). Розсіювання не відповідає рівню ГДК в радіусі санітарно захисної зони.

#### 3.2.4 Розрахунок приземних концентрацій сажі

Сажа виділяється від склоформуєчих машин, і потрапляють в атмосферу через джерела № 5, № 6, № 22. Результати розрахунків представимо в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 - Значення максимальної концентрації викидів вуглецю оксиду  $C_m$  ( $\text{мг/м}^3$ ), відстані  $X_m$  (м) та температури  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).

№ джерела	5
$C_m, \text{ мг/м}^3$	0,003537
$X_m, \text{ м}$	307,8
$\Delta T, ^{\circ}\text{C}$	6,1

Згідно отриманих даних отримали графік залежності концентрації сажі  $C$  ( $\text{мг/м}^3$ ) від різних відстаней до джерела викиду  $X$  (м) на рис. 3.12



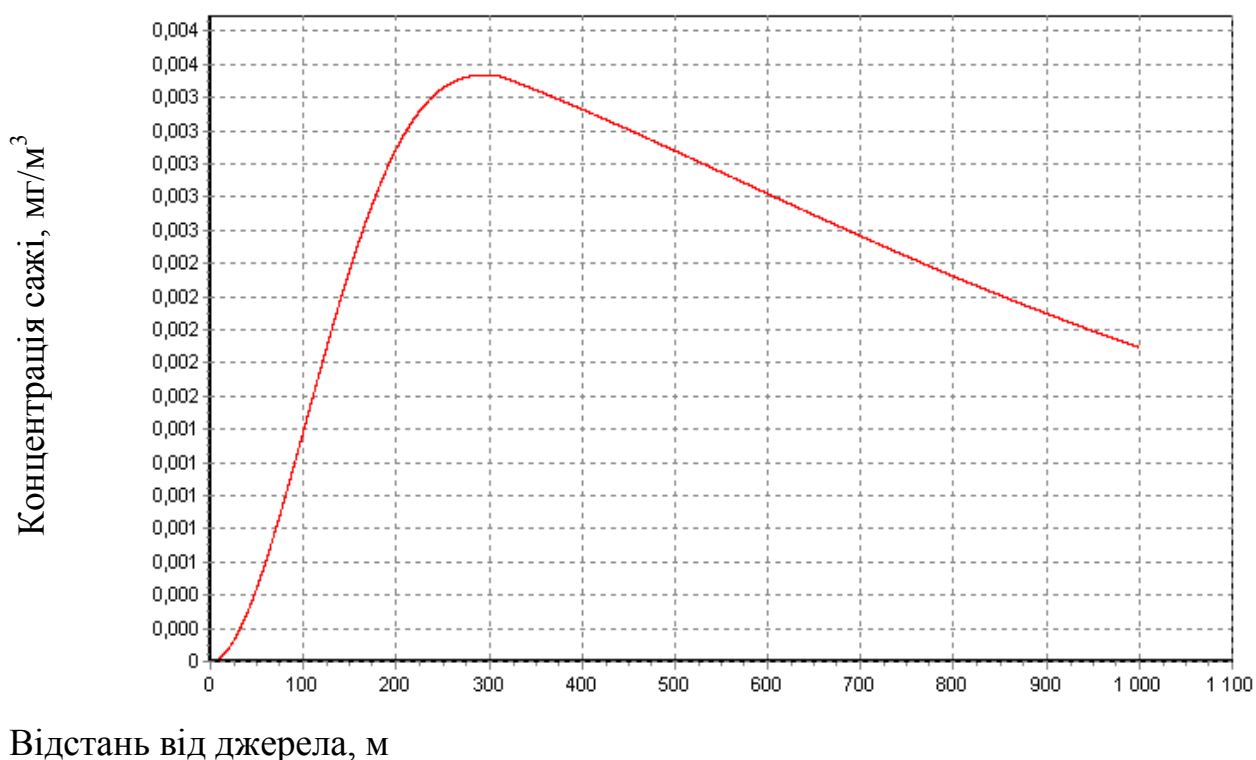


Рисунок 3.12 – Графік залежності приземної концентрації сажі  $C$  від відстані  $X$  для досліджуваного джерела

З побудованого графіку видно, що максимальна концентрація викидів сажі від джерела  $5 C_m = 0,003537 \text{ мг/м}^3$  буде спостерігатись на відстані  $X_m = 307,8 \text{ м}$  і вона не перевищує гранично допустиме значення ( $\text{ГДК}_{\text{с.д.}} = 0,015 \text{ мг/м}^3$ ). Розсіювання сажі задовольняє умові  $C \leq \text{ГДК}$ , як на відстані  $X_m$ , так і в радіусі санітарно захисної зони – 100 м.

Аналізуючи окремі випадки по пунктах розділу 3, робимо висновок, що речовинами, максимальні концентрації і концентрації на відстані санітарно захисної зони яких перевищують гранично допустимі норми при їх розсіюванні, є азоту діоксид, вуглецю оксид та пил неорганічний  $\text{SiO}_2$  70-20%. Основне джерело, де необхідно застосувати пило- та газоочисне обладнання – це джерело № 24. Розсіювання шкідливих речовин від інших джерел забезпечує виконання нормативних значень ГДК.

## РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПО ЗМЕНШЕННЮ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

## 4.1 Загальні відомості

До моменту реконструкції джерела 13 (сушка піску, сушильний барабан СМ-45), 14 (сушка доломіту, сушильний барабан СМ-45), 60 (сушка піску, сушильний барабан СМ-45) ТОВ "Бучанський завод склотари" оснащені пилоочисними установками, які зменшують викиди пилу  $\text{SiO}_2 > 70\%$  до [3,5] 4,7722 т/рік. Пилоочищення здійснюється в два ступені: I - батарея з 4-ох циклонів ЦН-15 та II - гідродинамічний пиловловлювач ГДП-5М (рис. 4.1). Очисні установки забезпечують якість навколишнього середовища, а максимальна концентрація і концентрація на відстані санітарно-захисної зони при розсіюванні обсягів пилу не перевищують гранично допустимі норми при його розсіюванні в атмосфері.

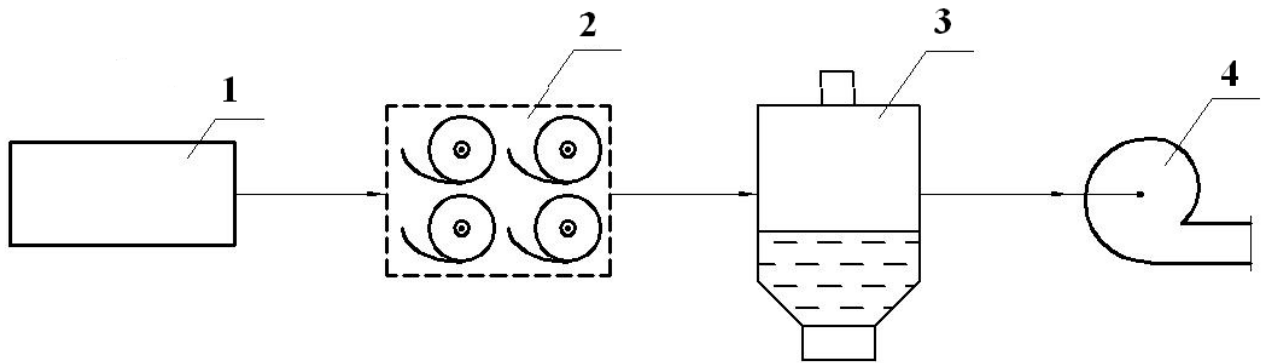


Рисунок 4.1 - Двоступенева схема пилоочищення дж. 13, 14, 60 до реконструкції

1 – джерело; 2 - батарея з 4-х циклонів ЦН-15; 3 - гідродинамічний пиловловлювач ГДП-5М; 4 – вентилятор.

4.2. Пилоочисне обладнання склотарного виробництва до моменту реконструкції.

4.2.1 Принцип роботи та технічні характеристики батареї з 4-х циклонів ЦН-15.

Циклони типу ЦН-15 призначені для сухого очищення газів і очищення аспіраційного повітря. Вони ефективно вловлюють з газу частинки пилу діаметром 5 мкм і більші [6].

Запилений газ поступає у верхню частину корпусу 5 (рис. 4.2) через вхідний патрубок 3, який зварений з каркасом тангенціально. Уловлювання пилу відбувається під дією відцентрової сили, що виникає при проходженні газу між корпусом 5 і вихлопною трубою 4. Вловлений пил надходить в нижню частину корпусу 5 і зсипається в бункер 6. При роботі циклону забезпечується безперервне вивантаження пилу. При цьому рівень пилу в бункері повинен бути не вище площини, яка розташована від кришки бункера на 0,5 діаметра циклону. Чистий газ виходить через вихлопну трубу 4 і вихідний патрубок 7.

Батарейні циклони використовується для того, щоб підвищити пропускну спроможність установки і зберегти високу продуктивність.

Їх недолік – складність виготовлення та значна металоємкість апарату.

Продуктивність по газу:

- на вході – 2988 м<sup>3</sup>/год;
- на виході – 3204 м<sup>3</sup>/год;

Температура газів:

- на вході – 140 °С;
- на виході – 108 °С;

Концентрація шкідливих речовин:

- на вході – 4,84 г/м<sup>3</sup>;
- на виході – 2,98 г/м<sup>3</sup>;

ККД установки – 98,82 %.

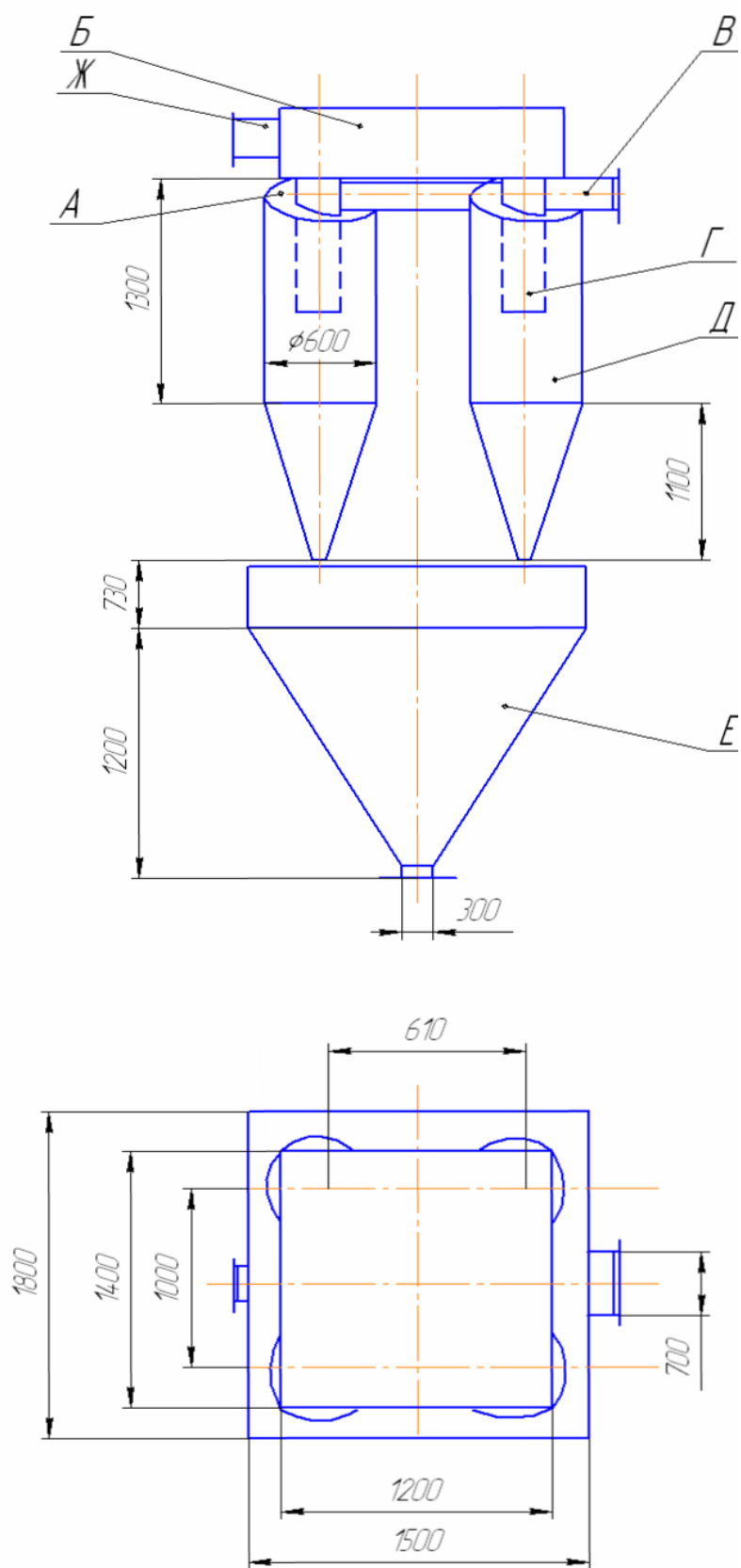


Рисунок 4.2 – Батарея з 4-х циклонів ЦН-15 ( $\phi 600$ )

Таблиця 4.1

Умовні позначення батарея з 4-х циклонів ЦН-15 (Ø 600)

№ п/п	Найменування	Кількість
А	Гвинтоподібна кришка циклону	4
Б	Ковпак	1
В	Вхідний патрубок	1
Г	Вихлопна труба	4
Д	Корпус циклону	4
Е	Бункер циклону	1
Ж	Вихідний патрубок	1

#### 4.2.2 Принцип роботи та технічні характеристики газопромивача ГДП-5М.

Газопромивач ГДП-5М є апаратом мокрого очищення газів. Максимальною ефективністю володіє на другому ступені очищення газів від мілкодисперсного пилу (менше 5 мкм). Він призначений для очищення аспіраційного повітря і газів від пилу, що не злипається у воді. Даний апарат працює в пінному режимі з періодичним вивантаженням уловленого пилу і основне вловлювання його йде в пінному шарі надрешіткового простору, так як газопиловий потік направлений на дзеркало рідини і частинки захоплюються шаром рідини [7].

Запилений газ надходить через патрубок для входу газів 4 в простір під решіткою тарілку 5, де захоплює частину рідини. Потім пройшовши отвори решітки зі швидкістю 10-12 м/с контактує із шаром турбулізованої піни (в турбулізовану піну переходить рідина за рахунок росту швидкості газу). Висота цієї піни складає  $h_{\text{п}} = 400 \dots 500$  мм. Розмір отворів в тарілці – 3...8 мм.

Потім очищений газ проходить через відцентровий краплеуловлювач 2 і через відхідний патрубок відводиться в атмосферу. А вловлений пил у вигляді шламу осаджується в бункерній частині і періодично вивантажується.

ККД установки – 98,82 %.

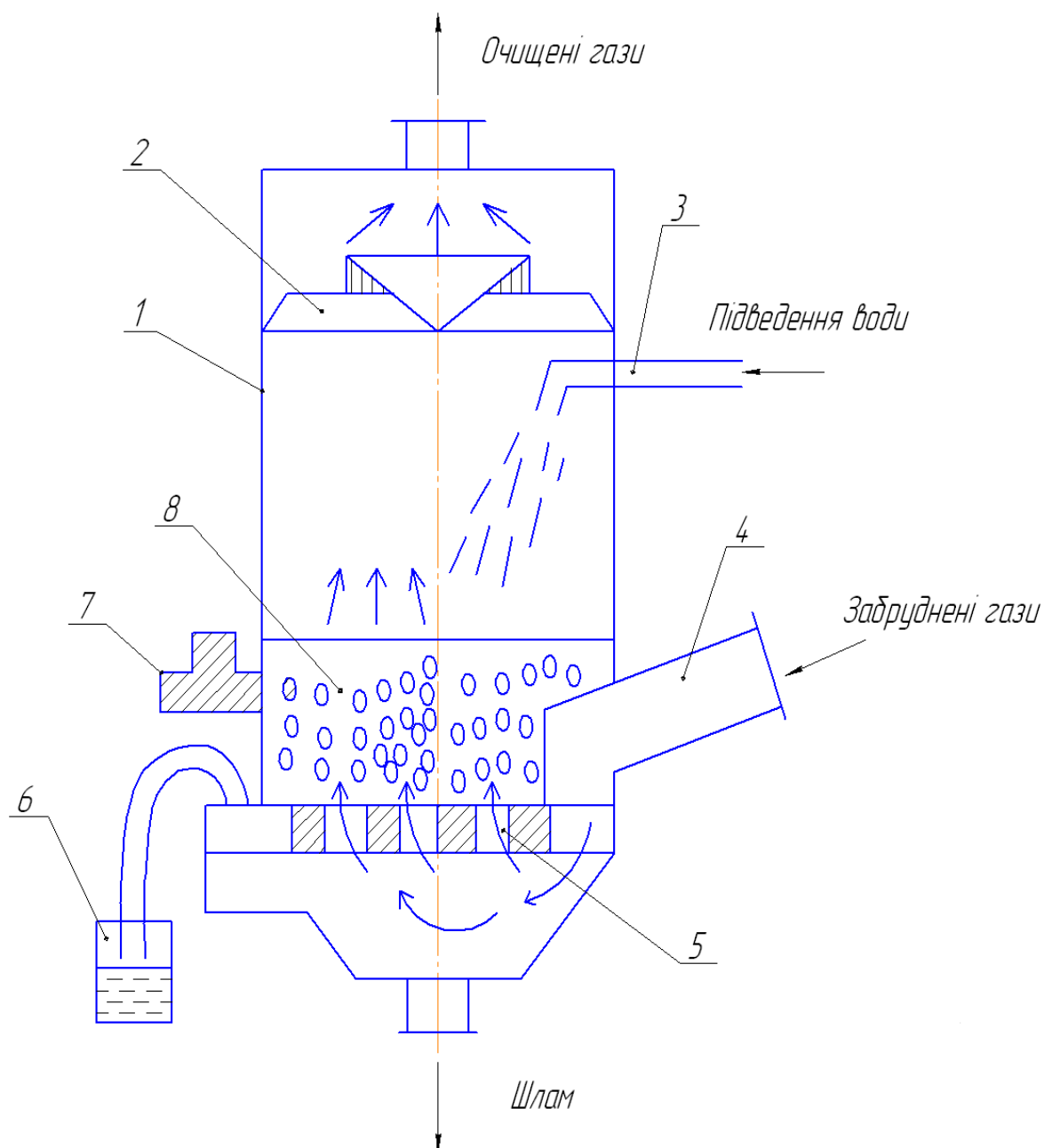


Рисунок 4.3 – Газопромивач ГДП-5М

1 - корпус; 2 – відцентровий краплеуловлювач; 3 – патрубок підведення води; 4 – патрубок подачі запиленого газу; 5 – тарілка; 6 – гідравлічний затвор; 7 – регулятор рівня води; 8 – шар турбульованої піни.

Таблиця 4.2

Технічні характеристики газопромивача ГДП-5М

Параметри	ГДП-5М
Продуктивність за газом, м <sup>3</sup> /год	5000
Максимальна температура газу на	250
Максимальний гідравлічний опір, Па	1800
Запиленість газів на вході, г/м <sup>3</sup>	До 30
Питоме зрошення, л/м <sup>3</sup>	0,015 - 0,05
Діаметр апарату, м	1,0
Висота апарату, м	2,9
Маса в робочому стані, кг ± 20	1000

4.3 Аналіз основного пилогазоочисного обладнання, що застосовується в скляній промисловості.

В скляній промисловості застосовуються сухі та мокрі методи очищення від пилових домішок. Серед засобів сухого очищення газових викидів від пилу найбільш поширені циклони, які застосовуються для виділення з газового потоку частинок порівняно великого розміру. Залежно від якостей пилу і його дисперсного складу та вимог до очищення газу циклони застосовуються як апарати першого ступеня очищення або в сполучені з іншими пиловловлювачами. Вони ефективно вловлюють з газу частинки пилу діаметром 5 мкм і більші [8].

Перевагою циклонів є:

- відсутність рухомих частин в апараті;
- надійне функціонування при температурах газів майже до 500°C;
- простота виготовлення конструкції;
- незалежність роботи апарата від тиску газу;
- незалежність фракційної ефективності очищення від зростання запиленості газів;
- висока продуктивність при порівняно низькій вартості.

Недоліком є те, що значний гідравлічний опір 1250...1500 Па високоефективних циклонів призводить до поганого вловлення частинок розміром менше 5 мкм.

Щодо фільтрування, то принцип роботи тканинних фільтрів ґрунтується на інерційному й дифузійному осадженні частинок пилу. Тканинні фільтри використовуються для очищення неагресивних, несхильних до злипання й утворення вибухонебезпечних сумішей та конденсату газопилових сумішей від твердих частинок при температурі до 300°C. Як фільтрувальний матеріал використовуються бавовняні, шерстяні й лавсанові тканини, що мають високу міцність та підвищену хімічну й теплову стійкість.

Зернисті фільтри застосовуються для очищення вологих газів, злипливого пилу та пилу з великим електричним опором. Перевага таких фільтрів полягає в невисокій вартості та можливості очищення високотемпературних газів з присутністю агресивних домішок. Недоліком є громіздкість, періодичність дії та невелика продуктивність. За конструктивними особливостями зернисті фільтри бувають насипні та жорсткі. В насипних зернистих фільтрах елементи, що складають фільтруючий шар, жорстко не зв'язані один з одним. Як фільтруючий матеріал використовують пісок, гравій, щебінь, шлак, кокс, дерев'яну тирсу, гранули гуми й пластмаси, стандартні насадки тощо.



Процес мокрого пиловловлювання ґрунтується на контакті насиченого пилом газового потоку з рідиною (барботажі). Внаслідок контакту з рідиною частинки пилу осаджуються на поверхню рідини та виносяться з апарата у вигляді шламу. Осадження частинок пилу на поверхню рідини відбувається під дією сил інерції та броунівського руху. Сили інерції, що діють на частинки пилу й краплини рідини при їх зближенні, залежать від маси частинок й краплинок та швидкості їх руху. Ефективність процесу очищення газів тим більша, чим більша змочуваність частинок рідиною. Як зрошувальна рідина використовується вода або інша рідина [9].

Пилоочищення рідиною реалізується в мокрих газопромивачах та барботажних скруберах. Їх перевага полягає:

- в невеликій вартості при високій ефективності ;
- в можливості очищення газів при високій температурі та вологості вловлюваного пилу, а також при небезпеці загорань і вибухів очищених газів;
- в можливості разом з пилом вловлювати пароподібні та газоподібні компоненти;
- в можливості очищення газів від частинок розміром до 0,1 мкм;
- в значній продуктивності, що знаходиться в межах 100...200 тис. м<sup>3</sup>/год.

Недоліком мокрих пиловловлювачів є:

- необхідність переробки шламу;
- можливість виносу краплин рідини та осадження їх разом з пилом в газоходах та димососах;
- необхідність захищати антикорозійними матеріалами апаратуру та комунікації в разі очищення агресивних газів.

В основі плазмокatalітичного методу очищення повітря лежать два способи розкладання газоподібних забруднюючих речовин до елементарних з'єднань (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O): плазмохімічний і кatalітичний.

Плазмохімічний метод. Плазма, як відомо, це газ, молекули якого іонізовані. Плазма складається з багатьох компонентів: електрони різних енергій, позитивні і негативні іони, нейтральні частинки. Базовим модулем

(робочим елементом) в плазмохімічному реакторі є запатентований газорозрядний осередок. Процес конверсії (руйнування) шкідливих речовин відбувається по наступному механізму: забруднене повітря проходить через плазмохімічний реактор, що складається з набору газорозрядних осередків, в якому відбувається руйнування шкідливих речовин під дією низькотемпературної плазми і інших фізико-хімічних чинників дії. В результаті дій газорозрядної плазми також відбувається збудження молекул, атомів і радикалів, що якісно впливає на роботу наступного каталітичного ступеня

очищувача повітря.

Каталітичний метод. Каталітичним способом очищення повітря полягає в глибокому окисленні-відновленні продуктів конверсії, що утворилися в результаті проходження повітря через плазмохімічний реактор очисника повітря. У даному способі застосовується низькотемпературний каталізатор, який, завдяки плазмохімічному ступеню, починає ефективно працювати вже в діапазоні температур 20-50°C. Таким чином глибоке очищення будь-якого комплексу шкідливих речовин відбувається до елементарних з'єднань, починаючи з низьких температур. Але плазмокatalітичний метод ефективний за температури до 200 °C при невеликих капітальних затратах. Очищення при температурі вище 200 °C спостерігається швидке зношення каталізатору, що робить установку дорожчою порівняно з термокаталітичною.

Для очищення атмосферного повітря від газоподібних речовин в скляній промисловості використовуються термічні та термокаталітичні установки. Термічне знешкодження газів ґрунтується на високотемпературному спалюванні горючих домішок, тобто окисленні знешкоджуваних компонентів киснем. На процес термічного знешкодження впливають температура, інтенсивність перемішування та час перебування газів в зоні реакції. Переваги цього методу полягають у невеликих розмірах установок, простоті обслуговування, можливості автоматизації, високій ефективності

знешкодження при малих затратах коштів. Суттєве значення в організації процесу термічного знешкодження газових викидів має підготовка газів до реакції, а саме нагрівання суміші до необхідної температури і забезпечування змішування горючих газів з окислювачем. Ефективність процесу термічного знешкодження сумішей визначається температурою, часом перебування газу в зоні реакції та турбулентність газових потоків в камері згорання.

Перспективний метод термокаталітичного знешкодження газових викидів. З метою запобігання неповного окислення газів використовують комбіновані установки, які мають два ступені. На першому ступені виконують термічне знешкодження газових домішок, а на другому – більш глибоке каталітичне знешкодження [10].

4.4. Обґрунтування та вибір схеми очищення та пилогазоочисного обладнання після реконструкції (джерела 24).

4.4.1 Обґрунтування вибору способів очищення для зменшення обсягів викидів на джерелі 24 (скловарна піч №2).

В скляній промисловості мають місце високотемпературні гази, пилові викиди крупно- середньо- та дрібно дисперсних фракцій. Обладнання обирається відповідно до цих умов. Електрофільтри ефективно вловлюють мілко дисперсний пил, проте потребують великих затрат на електроенергію. Рукавні фільтри орієнтовані на температуру не вище 160 °С. Фракційний склад силікатного пилу на дж.24 різний, серед яких частинки діаметром менше 5 мкм (35%). Мокрий метод очищення газів від пилу, що не злипається у воді. Недолік його – утворення шламу, який необхідно переробляти. Враховуючи аналіз, проведений в пункті 4.3 пропоную застосувати сухий спосіб пилоочищення – фільтрування (зернистий фільтр ФЗГІ – 0,5 з імпульсною продувкою) і термокаталітичний спосіб очищення від газових викидів (термокаталітична установка МС 02003) [12, 13].

4.4.2 Блок-схема пилогазоочищення на джерелі 24.

У зв'язку з запропонованими способами пилогазоочищення я пропоную застосувати двохступеневу схему пилогазоочищення, що представлена на рис. 4.4.

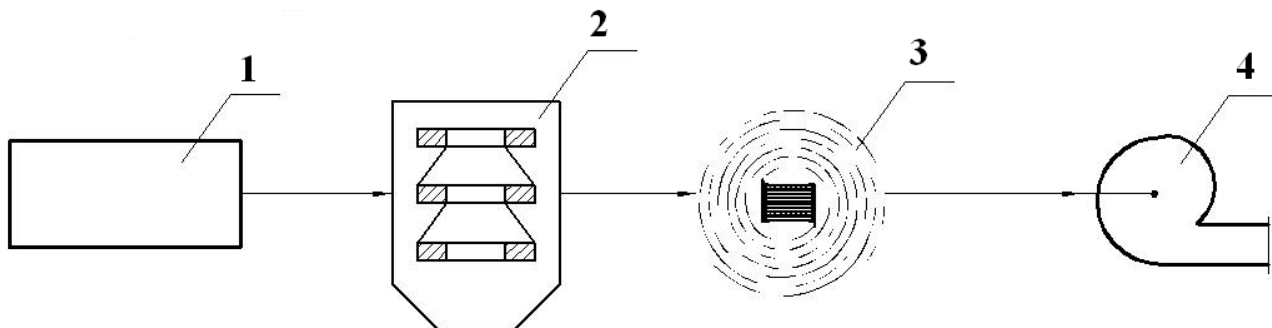


Рисунок 4.4 – Двохступенева схема пилогазоочищення джерела 24

1 – джерело; 2 - фільтр-циклон; 3 - термокаталітична установка; 4 - вентилятор.

Дана схема буде забезпечувати ефективне очищення від пилових домішок (99%) та газоподібних речовин (98%), які виділяються на джерелі 24 (скловарна піч №5).

4.4.3 Принцип роботи фільтр-циклона ФЗПІ-0,5 та його технічні характеристики.

Оскільки на джерелі 24 присутні викиди крупно-, середньо- та мілко дисперсного пилу, то необхідно було б забезпечити це джерело пиловиділення двома установками. Мною була обрана пилоочисна установка – зернистий фільтр з імпульсною продувкою, яка забезпечує ефективне пилоочищення і має два ступені очищення:

I – уловлення крупно- та середньодисперсного пилу відбувається в циклонній частині апарату.

II - уловлення мілкодисперсного пилу здійснюється в зернистому фільтроблоці апарату.

Фільтр ФЗГІ (рис. 1) складається з фільтрувального вузла 1, встановленого на корпусі 2, закритому зверху кришкою 3, а знизу - бункером 4. На кришці 3 встановлений пневмоударний генератор 5 (надалі - генератор) і клапанний пристрій 6. Фільтр оснащений вхідним тангенціальним патрубком 7, виконаним у вигляді равлика, вихідним патрубком 8 і патрубком для видалення вловленого пилу 9.

В режимі пилоуловлення потік очищуваного газу через вхідний патрубок 7 поступає в циклонну частину апарату, утворену корпусом 2 і обичайкою 10, в якій відбувається вловлення крупно- і середньодисперсної фракції пилу, які надходять в бункер 4.

Уловлювання пилу, що залишився здійснюється фільтрувальним вузлом 1, через який в вихідний патрубок 8 проходить тільки газова фаза аерозолі. У процесі пилоуловлювання відбувається насичення фільтрувального вузла пилом і ріст його гідравлічного опору. При досягненні граничного рівня опору фільтру здійснюється його регенерація.

В режимі регенерації після спрацювання генератора 5 в камеру очищеного газу фільтру направляється потужний струмінь стисненого повітря, який розподіляється з допомогою відображувачів 11 по фільтрувальним касетам 12. Під дією цього струменя зернистий матеріал струшується і підлягає імпульсній зворотній продувці. При цьому газопроникність фільтрувального шару відновлюється, а видалений з нього пил поступає в бункер 4, звідки виводиться через патрубок 9. На момент регенерації фільтр може відключатися від вентилятора з допомогою клапанного пристрою 6, встановленого на вихідному патрубку 8. Регенерація здійснюється протягом 2...3 с, тривалість імпульсів 0,01 с.

Встановлений строк служби до капітального ремонту - 10 років.

Загальний строк служби - 20 років.

У якості фільтрувального матеріалу використовуються скляні кульки діаметром 5 мм.

#### Переваги ФЗГІ-0,5:

- апарат сухого способу очищення дозволяє повертати вловлений пил у виробництво, тим самим зменшувати втрати сировини;
- довговічність фільтрувального матеріалу (строк служби до 10 років і більше);
- відсутність рухомих частин і, як наслідок, надійність апарату.
- високий ступінь очищення, який забезпечується на протязі всього строку

служби апарата;

- ефективна ударна регенерація при мінімальних затратах стисненого повітря;
- мінімальні експлуатаційні витрати і вимоги до обслуговування;
- компактність процесу знепилення;
- очищення газової суміші від пилових часток широкого діапазону фракцій (від крупно- та мілкодисперсного пилу).

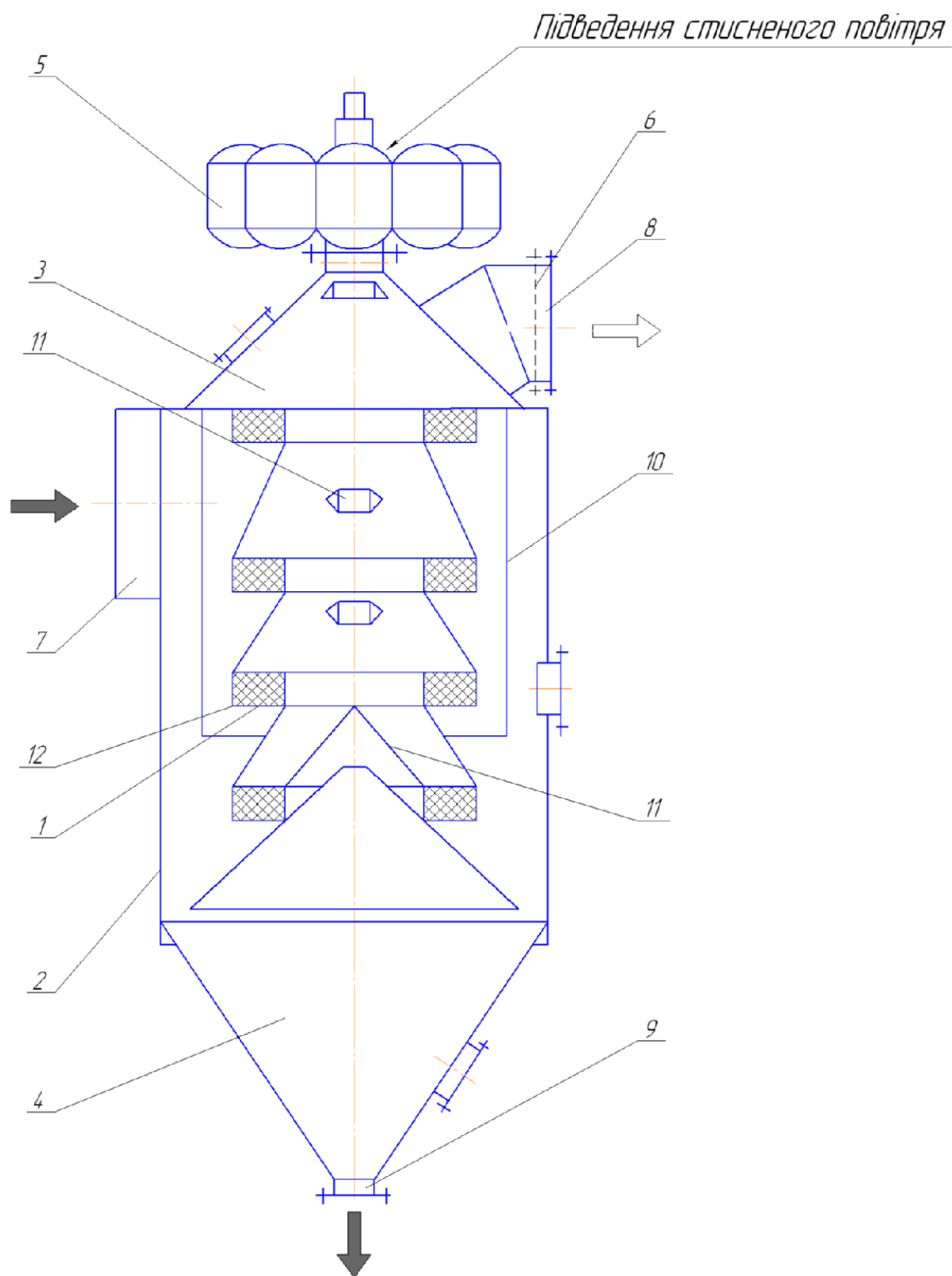


Рисунок 4.5 – Зернистий фільтр з імпульсною зворотною продувкою

1 – фільтроблок; 2 – корпус; 3 – кришка; 4 – бункер;

5 – пневмоударний генератор; 6 – клапанний пристрій; 7 - вхідний патрубок;

8 - вихідний патрубок; 9 – пиловідвідний патрубок; 10 – обичайка; 11 – відображувачі; 12 - фільтрувальні касети

Таблиця 4.3

Технічна характеристика фільтр-циклона ФЗГІ-0,5

Тип фільтру	ФЗГІ-0,5
Продуктивність, тис. м <sup>3</sup> /ч	1,2
Ступінь очищення, %	98 - 99
Гідравлічний опір, кПа	до 2,0
Температура газу, ° С	400
Тиск стисненого повітря, атм	2 - 6
Габаритні розміри, м	0,9x0,9x2,6
Маса, т	0,6

## 4.4.4 Розрахунок кількості очисного обладнання

1. Розрахунок кількості фільтруючого обладнання визначаємо з того, що об'єм очищуваного газу 13,626 м<sup>3</sup>/с (817,56 м<sup>3</sup>/год) необхідна кількість очисного обладнання І-го ступеня очищення ФЗГІ-0,5 [14]:

$$n = Q_{\text{под}} / Q_{\text{уст}} = 817,56 / 1200 = 0,7 = 1 \text{ шт.}$$

$Q_{\text{под}}$  – об'єм очищуваного газу, м<sup>3</sup>/год.

$Q_{\text{уст}}$  – продуктивність фільтру ФЗГІ-0,5, м<sup>3</sup>/год.

2. Фільтруюча поверхня, що відключається на регенерацію протягом однієї години, м<sup>2</sup>:

$$S_p = N_c \cdot S_c \cdot \tau \cdot n_p / 3600 = 4 \cdot 0,125 \cdot 3 \cdot 3 / 3600 = 0,00125 \text{ м}^2;$$

3. Фільтруюча поверхність апарата:

$$S = Q + Q_n / 60g + S_p = 817,56 + 0,12 \cdot 3 / 60 \cdot 0,18 + 0,00125 = 75,73 \text{ м}^2.$$

## 4.4.5 Принцип роботи та технічні характеристики термокаталітичної установки МС 02003

Пристрій включає корпус спірального теплообмінника з двоохходовими



протиточними спіральними витками і реактор, який складається з двох касет з каталітичними блоками, нагрівальними елементами (ТЕНами), з термopарою і запобіжним пристроєм, а також електрошафою управління приладом. Корпус спірального теплообмінника виконаний з неіржавіючої сталі і містить два зустрічних канали: вхідного холодного газу і вихідного гарячого газу. Обидва канали мають камери входу і виходу діаметром 315 мм. Нижня частина каналів має дренажні отвори для зливу конденсату, закриті заглушками. Реактор складається з камери, виконаної з неіржавіючої сталі, двох касет, термopар і аварійного вимикача. В касети входять нагрівальні елементи в кількості 9 штук і 40 блоків каталізатору розміром 500x250x10 мм.

Каталізатори (каталітичні блоки на основі пінометалів).

Особливістю пропонуємого рішення є використання каталізатора з носієм на основі високопористих гніздових матеріалів (ВПГМ) з нанесеним вторинним носієм і каталітичним шаром (пінокаталізатор). Вторинний носій являє собою оксидний шар (наприклад  $\text{Al}_2\text{O}_3$  коралоподібної структури).

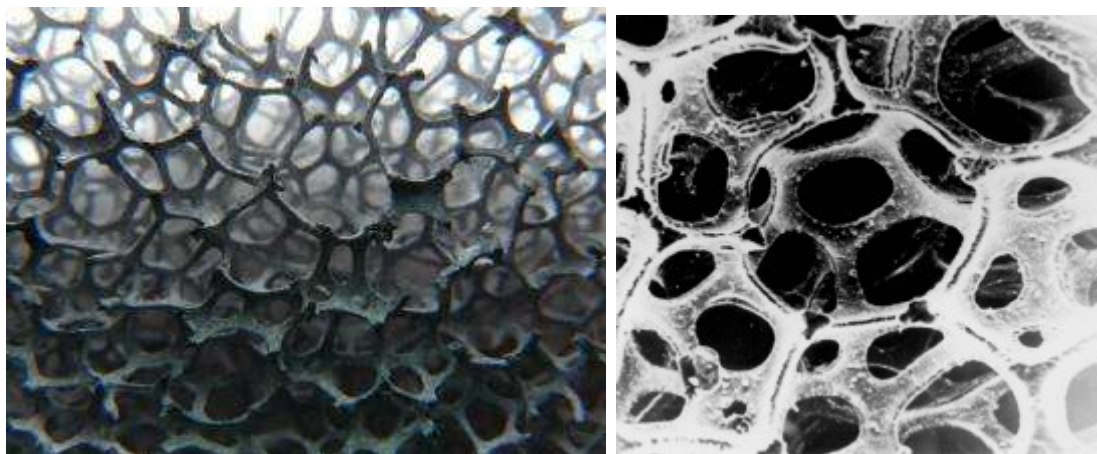


Рисунок 4.6 – Каталітичні блоки на основі пінометалів

#### Ключова технологія

За проникністю і питомою поверхнею цей клас матеріалів випереджає існуючі носії каталізаторів (насіпні, сітчасті) на 2-5 порядків. Крім того, володіючи невеликою щільністю ( $0,2 - 0,8 \text{ г/см}^3$ ) і ізотропністю властивостей, при достатній механічній міцності, він дає велику свободу при конструюванні

приладів на його основі. Розмір пор шару  $\text{Al}_2\text{O}_3$  коливається від 2 до 3000 нм. Коралоподібна структура покриття перемичок ВПГМ забезпечує високі

механічні і теплофізичні властивості отриманого композиційного матеріалу. При термічному розширенні, стисненні і механічному згині первинного носія агломерати вторинного носія, прикріплені до точкового дефекту поверхні механічно не взаємодіють з іншими агломератами, на відміну від покриттів, нанесених іншими методами. Використання металевого носія, що має значно більшу теплопровідність 3 – 5  $\text{Вт/м}^2\text{К}$  у порівнянні з традиційними керамічними (0,1 – 0,2  $\text{Вт/м}^2\text{К}$ ), дозволяє зняти проблему локального перегріву каталізатора.

Засмоктування каталізатора на основі піноматеріалів дозволяє інтенсифікувати енерго і масоперенесення у поверхні, за рахунок ефективної турбулізації потоку макроструктурою носія, що знижує теплові навантаження на конструкцію і навколишні матеріали, що в свою чергу збільшує ресурс і зменшує вартість установок.

Основні технічні характеристики каталізатора.

Каталітичний матеріал являє собою високопористий металевий пінонікель з шаром оксиду алюмінію і перовскитом. Вторинний носій являє собою оксиднометалевий шар (наприклад  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ) і служить для розвитку питомої поверхні.

Основні характеристики матеріалу:

Щільність: 0,4-0,8  $\text{кг/дм}^3$ .

Пористість: 85-98% об'єму.

Діаметр макропор: 0,5-5 мм.

Радіус мікропор: 10-200 нм (60-80% поверхні).

Проникність:  $10^{-8}$ ... $10^{-9}$  м<sup>-2</sup>.

Питоме навантаження 104-105  $\text{час}^{-1}$ .

Теплопровідність: 3-5  $\text{Вт/м}^2\text{К}$  (визначається матеріалом первинного носія).

Питома поверхня: 103-105  $\text{м}^2/\text{м}^3$  (залежить від характеристик і призначення вторинного носія).

Термоциклірування: відсутність пошкодження первинного носія при 10 циклах 800 °С (піч) – 20 °С (вода), відшарування не більше 1 % вторинного носія.

Жаростійкість: 300-1040 °С (визначається матеріалом первинного носія).

Міцність на стиснення: 20-100 МПа.

Електропровідність: 10-20 % електропровідності матеріалу первинного носія.

Гідравлічна проникність зберігається до 70-80% обтискання.

Шумопоглинання: 5-10 дБ (визначається параметрами первинного носія і розташуванням блоків).

Пристрій каталітичного знезаражування газових викидів працює наступним чином. Технологічні викиди, змішані з повітрям, потік через вхід реактору поступає в протиточний теплообмінник-рекуператор, стикаються зі стінками і підігріваються до температури нижче початку процесу каталітичного окислення. Попадаючи на каталітичні блоки нагріті електронагрівачами до температури початку процесу каталітичного окислення, окисли азоту відновлюються, а вуглецю оксид окислюється до вуглекислого газу з виділенням тепла, яке відводиться відхідним газом. Після каталітичних блоків газ знову попадає в теплообмінник-рекуператор віддає тепло нагріваємым газам [13].

Електронагрівачі після виходу на робочий режим автоматично підтримують температуру початку процесу каталітичного допалу на блоках, яка реєструється термopарами через електронний блок управління. Втрати енергії в реакторі мінімізуються зниженням температури газів, що проходять, так як робоча температура підтримується тільки на каталітичних блоках, на яких протікає реакція. Застосування блочних каталізаторів на основі пінонікеля з відкрито-ячеювою структурою забезпечує інтенсивний масо- и теплообмін по всьому об'єму каталізатора, збільшує час контакту газу з робочою поверхнею і його рівномірне газодинамічне і теплове навантаження за рахунок малого гідравлічного опору і турбулізації потоку газу.

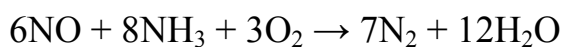
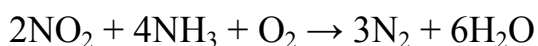
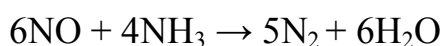
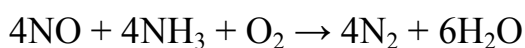
При роботі установки передбачено відключення ТЕНів при перевищенні встановленої робочої температури і аварійне виключення установки при перевищенні температури 660 °С в каталітичній камері плавким запобіжником.

Каталізатор: піонікель із шаром оксиду алюмінію і перовскитом.

$\text{CO} + \text{NO}_x \rightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2$  (взаємодія окислів азоту і оксиду вуглеводу, температура реакції 450-500 °С);

$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$  (окислення оксиду вуглеводу, температура реакції 250-350 °С).

Для відновлення надлишкового  $\text{NO}_x$  на каталізаторі необхідно введення в газовий тракт перед установкою очищення відновника, в якості якого використовується аміак. Відновлення надлишкових окислів азоту аміаком у присутності кисню повітря реалізується одним із чотирьох варіантів [15]:



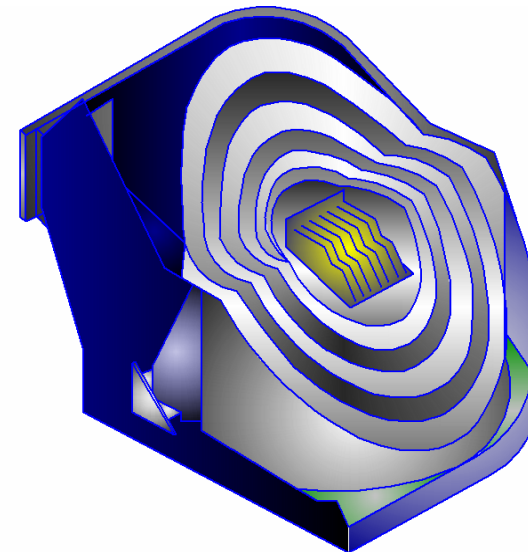
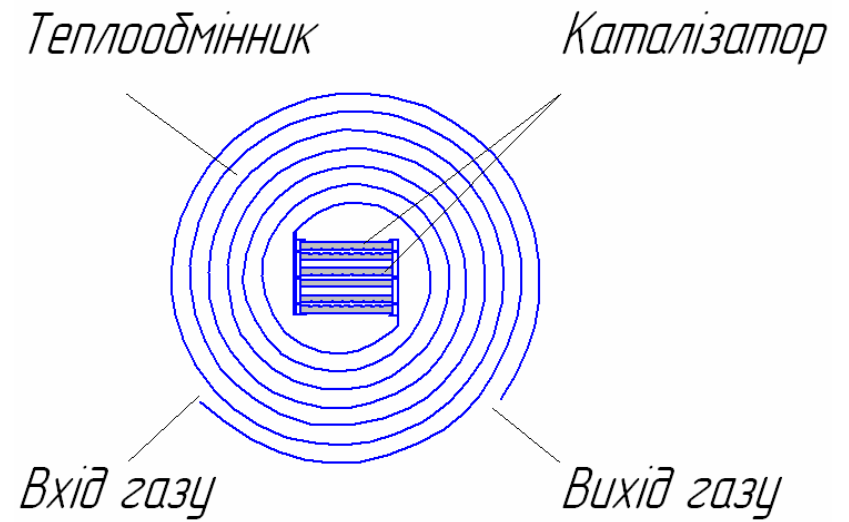
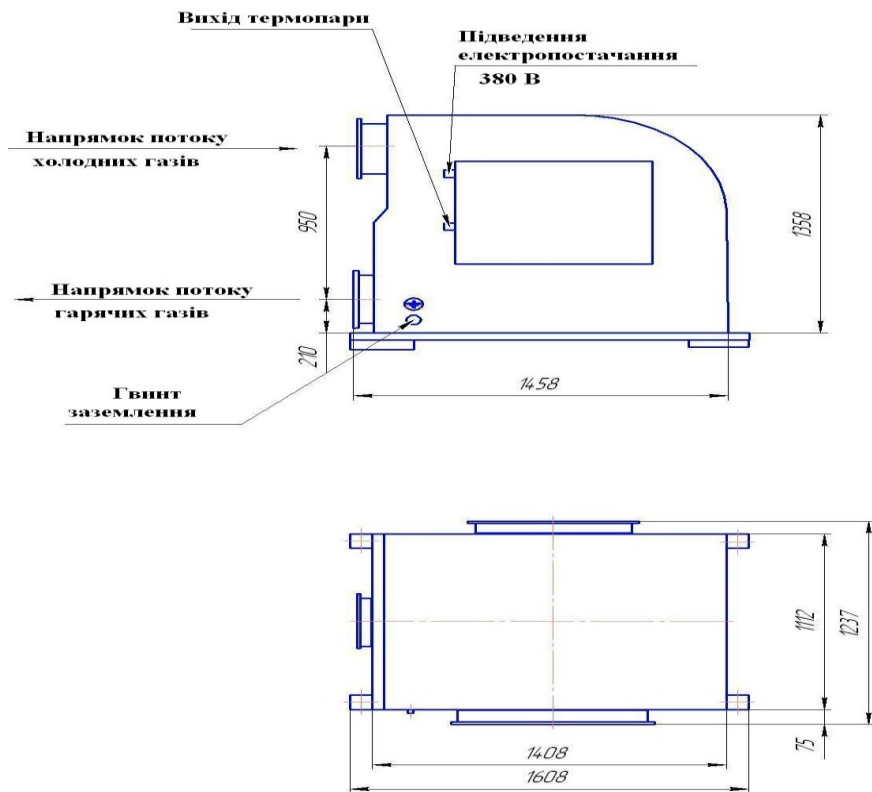


Рисунок 4.7 – Принципова схема термокаталітичної установки МС 02003.

Строк служби каталітичних блоків 8000 годин. Установка працює в автоматичному режимі, що програмується.

Температура, °C

- оточуючого середовища: від 50 до +100;
- на вході в реактор: від 5 до +300;
- в реакторі: до 450;
- на виході з реактору: до 200;

Тиск повітря на вході в реактор, МПа: до 0,1;

Продуктивність, м<sup>3</sup>/час: 1000;

Габаритні розміри, мм

- довжина: 1508
- ширина: 1250
- висота: 1260

Маса установки, кг: 650;

Встановлена потужність, кВт: 36;

Тип нагрівачів:– ТЕН неіржавіючий, обдуваємий, повітряний, L - 1060 мм;

Кількість нагрівачів: 18 шт.;

Час виходу на робочий режим, хв: до 30;

Об'єм каталізатору: 100 літрів.

Строк служби:

Реактор-теплообмінник: 5 років з моменту вводу в експлуатацію;

Каталізатор: 8000 годин з моменту вводу в експлуатацію, але не більше 2 років з моменту виготовлення.

Таблиця 4.4

Технічна характеристика

Параметр	МС 02003
Ефективність очищення, %	98
Об'єм очищуваних газів, м <sup>3</sup>	500-2000
Гідравлічний опір, кПа	до 2
Енергоспоживання, кВт	до 30
Температура допалу, оС	400
Габарити, м	Реактор, з'єднаний з теплообмінником: діаметр – 1,2, висота – 1,2.
Автоматичне управління	Електронне управління
Безпека	Пожежовибухо-безпечність

## 4.5 Розрахунок обсягів викидів шкідливих речовин після реконструкції

Розрахунок обсягів викидів шкідливих речовин після впровадження систем очищення здійснюється за формулою:

$$q_{N02} = M_{г/с} \cdot (1 - \eta), \text{ г/с.}$$

ККД ФЗГІ-0,5 складає 99%, а термokatалітичної установки – 98%.

$$q_{N02} = 9,22 \cdot (1 - 0,98) = 0,18 \text{ г/с;}$$

$$q_{CO} = 0,985 \cdot (1 - 0,98) = 0,0197 \text{ г/с;}$$

$$q_{пил} = 0,437 \cdot (1 - 0,99) = 0,00437 \text{ г/с.}$$

Відповідно валові річні викиди будуть складати:

$$Q_{N02} = 128,351 \cdot (1 - 0,98) = 2,6 \text{ т/рік;}$$

$$Q_{CO} = 31,062 \cdot (1 - 0,98) = 0,62 \text{ т/рік;}$$

$$Q_{пил} = 13,795 \cdot (1 - 0,99) = 0,138 \text{ т/рік.}$$

## 4.6 Розрахунок приземних концентрацій після впровадження систем очищення

Аналогічно методики, викладеної в пункті 3.1 нижче зображено графіки розсіювання після реконструкції джерела 24 ТОВ "Бучанський завод склотари".

Таблиця 4.5

Вихідні дані для розрахунку концентрації викидів дж. 24

Висота, м	Діаметр, м	Об'єм газоповітряної суміші, м³/с	Швидкість, м/с	Температура, °C	Назва забруднюючої речовини	Потужність викиду	
						г/с	т/рік
30	1,2	13,626	2,953	310	Азоту діоксид	0,18	2,6
					Оксид вуглецю	0,0197	0,62
					пил неорг. SiO <sub>2</sub> 70-20%	0,00437	0,138



Рисунок 4.8 – Графік залежності приземної концентрації азоту діоксиду С від відстані Х для досліджуваного джерела



З побудованого графіку видно що максимальна концентрація викидів азоту діоксиду від джерела № 24  $C_m = 0,0045 \text{ мг/м}^3$  буде спостерігатись на відстані  $X_m = 171 \text{ м}$  і вона не перевищує гранично допустиме значення (ГДК =  $0,04 \text{ мг/м}^3$ ). Отже, розсіювання задовольняє умові  $C_{к.о.} \leq \text{ГДК}_{к.о.}$ , як на відстані  $X_m$ , так і в радіусі санітарно захисної зони.

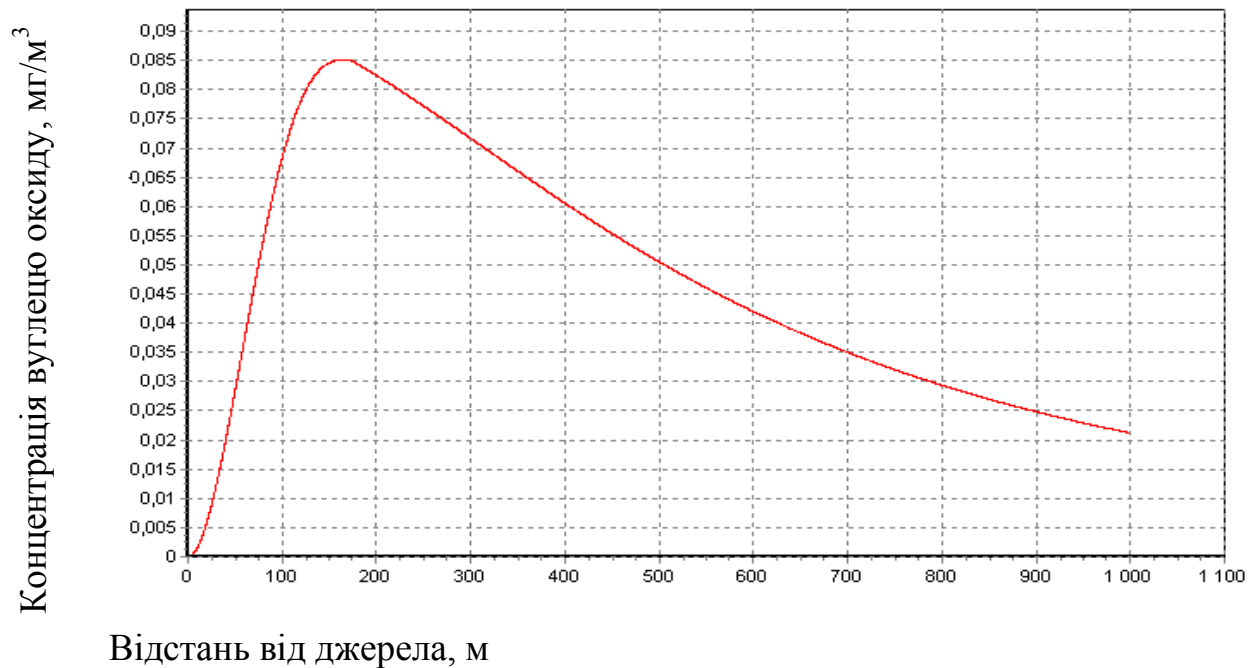
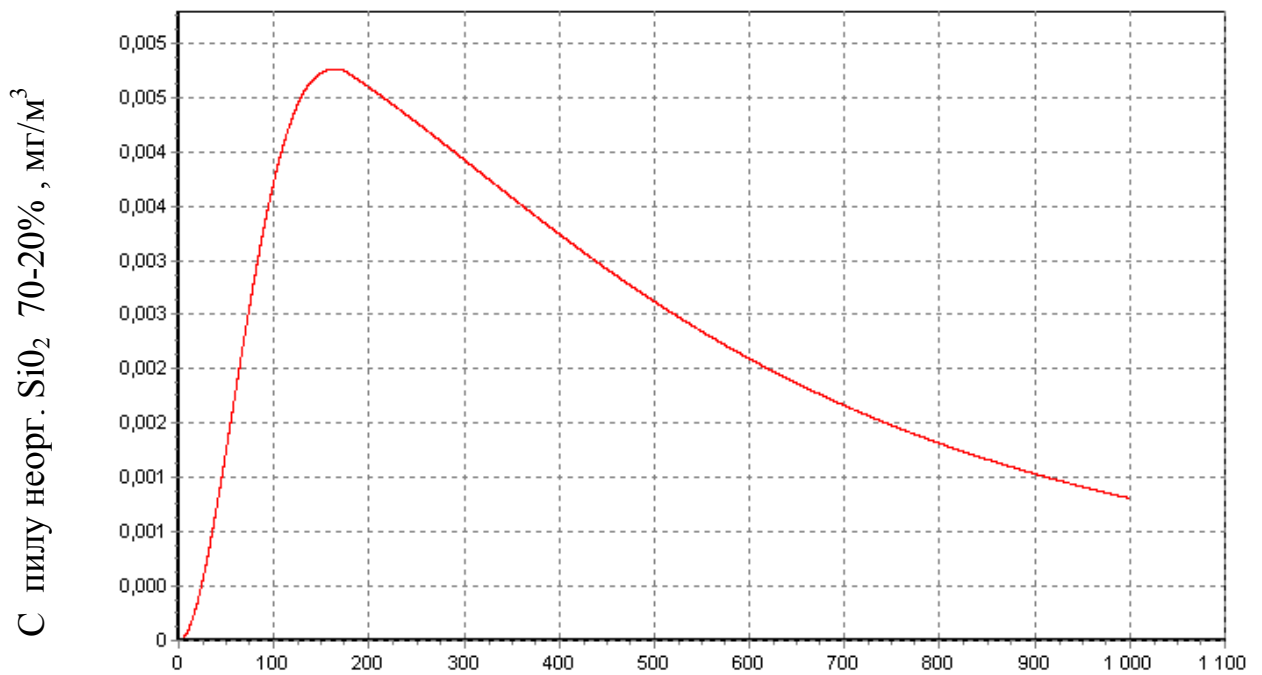


Рисунок 4.9 – Графік залежності приземної концентрації вуглецю оксиду  $C$  від відстані  $X$  для досліджуваного джерела

З побудованого графіку видно що максимальна концентрація викидів вуглецю оксиду від джерела № 24  $C_m = 0,085 \text{ мг/м}^3$  буде спостерігатись на відстані  $X_m = 171 \text{ м}$  і вона не перевищує гранично допустиме значення (ГДК =  $3 \text{ мг/м}^3$ ). Отже, розсіювання задовольняє умові  $C_{к.о.} \leq \text{ГДК}_{к.о.}$ , як на відстані  $X_m$ , так і в радіусі санітарно захисної зони.



Відстань від джерела, м

Рисунок 4.10 – Графік залежності приземної концентрації пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70-20%  $C$  від відстані  $X$  для досліджуваного джерела.

З побудованого графіку видно що максимальна концентрація викидів пилу неорганічного  $\text{SiO}_2$  70-20% від джерела № 24  $C_m = 0,0053 \text{ мг/м}^3$  буде спостерігатись на відстані  $X_m = 171 \text{ м}$  і вона не перевищує гранично допустиме значення ( $\text{ГДК} = 0,04 \text{ мг/м}^3$ ). Отже, розсіювання задовольняє умові  $C_{\text{к.о.}} \leq \text{ГДК}_{\text{к.о.}}$ , як на відстані  $X_m$ , так і в радіусі санітарно захисної зони.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ  
ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ

5.1 Нормативи збору

Нормативи збору за забруднення навколишнього природного середовища встановлюються як фіксовані суми в гривнях за одиницю основних забруднюючих речовин.

5.2 Порядок сплати збору

Щорічні розрахунки збору на наступний рік (прогнознi) подаються платниками до органів державної податкової служби за місцем реєстрації платника за попереднім погодженням з органами Мінекобезпеки до 1 липня поточного року.

Платники щокварталу складають розрахунки збору за встановленою формою та подають до органів державної податкової служби за місцем реєстрації платника до 15 числа місяця, наступного за звітним кварталом.

За четвертий квартал звітного року розрахунок збору (остаточний розрахунок збору за звітний рік) подається платниками, з обов'язковим попереднім погодженням з органами Мінекобезпеки, до органів державної податкової служби за місцем реєстрації платника в 10-денний строк після подання платниками річної статистичної звітності про кількість викидів, скидів, розміщених відходів та використаного пального не пізніше 20 січня року, наступного за звітним.

Платники, що не складають статистичну звітність, подають річний розрахунок збору та довідку про фактичні обсяги викидів, скидів, розміщення відходів, використаного пального на погодження до органів Мінекобезпеки.

Погоджений розрахунок збору подається до органів державної податкової служби до 15 січня року, наступного за звітним. Збір сплачується платниками щокварталу до 20 числа місяця, що настає за звітним кварталом.

Платники перераховують збір за забруднення навколишнього природного середовища двома платіжними дорученнями: 30% до Державного бюджету і 70% до місцевих бюджетів.

Збір розподіляється між фондами охорони навколишнього природного середовища в складі відповідних бюджетів у розмірах, установлених законодавством:

20 відсотків – до місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища, що утворюються у складі сільських, селищних, міських бюджетів, на рахунки, що відкриваються на ім'я відповідних фінансових органів за відповідним кодом бюджетної класифікації;

50 відсотків – до місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища, що утворюються у складі бюджету Автономної Республіки Крим, обласних бюджетів, на окремі рахунки, що відкриваються на ім'я Міністерства фінансів Автономної Республіки Крим, обласних фінансових управлінь за відповідним кодом бюджетної класифікації;

30 відсотків – до Державного фонду охорони навколишнього природного середовища, що утворюється у складі Державного бюджету України, на окремі рахунки, що відкриваються на ім'я територіальних органів Державного казначейства за відповідним кодом бюджетної класифікації.

### 5.3. Порядок обчислення збору

Суми збору, який справляється за викиди стаціонарними джерелами забруднення (Пвс), обчислюються платниками самостійно щокварталу наростаючим підсумком з початку року на підставі затверджених лімітів, виходячи з фактичних обсягів викидів, нормативів збору та коригувальних коефіцієнтів, наведених у таблицях 2.1, 2.2, визначаються за формулою:

$$П_{вс} = M_i \cdot H_{бі} \cdot I_{сп} \cdot K_{нас} \cdot K_{ф},$$

де:  $M_i$  – обсяг викиду  $i$ -тої забруднюючої речовини в тоннах (т);

$H_{6i}$  – норматив збору за тонну  $i$ -тої забруднюючої речовини, грн./т

( $NO_2 = 131$ ,  $CO = 4,5$ , пил неорганічний  $SiO_2$  70-20% = 19,5);

$K_{нас}$  – коригувальний коефіцієнт, який враховує чисельність жителів населеного пункту, 1;

$K_{ф}$  – коригувальний коефіцієнт, який враховує народногосподарське значення населеного пункту, 1;

$$I_{сп} = 2,373.$$

#### 5.4. Розрахунок сум збору для ТОВ “Бучанський завод склотари”

Враховуючи дані таблиці 2.3 Перелік викидів та обсягів забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами та 2.4 - Забруднюючі речовини, які викидаються в атмосферне повітря та вимоги до них обраховуємо суми збору за забруднення атмосферного повітря до реконструкції:

$$Пвс_{NO_2} = 271,889 \cdot 131 \cdot 2,373 \cdot 1 \cdot 1 = 84520,23 \text{ грн.}$$

$$Пвс_{CO} = 66,852 \cdot 4,5 \cdot 2,373 \cdot 1 \cdot 1 = 713,879 \text{ грн.}$$

$$Пвс_{пил} = 17,295 \cdot 19,5 \cdot 2,373 \cdot 1 \cdot 1 = 800,300 \text{ грн.}$$

(аналогічно обраховані інші речовини)

$$\Sigma Пвс = 95855,58127 \text{ грн.}$$

$$\Sigma Пвс - 100\%$$

$$X - 20\%$$

1)  $X_{20\%} = 95855,58127 \cdot 20\% / 100\% = 19171,11625 \text{ грн.}$  - до місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища, що утворюються у складі сільських, селищних, міських бюджетів, на рахунки, що відкриваються на ім'я відповідних фінансових органів за відповідним кодом бюджетної класифікації.

2)  $X_{30\%} = 95855,58127 \cdot 30\% / 100\% = 28756,67438 \text{ грн.}$  - до Державного фонду охорони навколишнього природного середовища, що утворюється у складі Державного бюджету України, на окремі рахунки, що відкриваються на

ім'я територіальних органів Державного казначейства за відповідним кодом бюджетної класифікації.

3)  $X_{50\%} = 95855,58127 \cdot 50\% / 100\% = 47927,79064$  грн. - до місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища, що утворюються у складі бюджету Автономної Республіки Крим, обласних бюджетів, на окремі рахунки, що відкриваються на ім'я Міністерства фінансів Автономної Республіки Крим, обласних фінансових управлінь за відповідним кодом бюджетної класифікації.

Обраховуємо суми збору за забруднення атмосферного повітря після реконструкції:

Таблиця 5.1

Викиди основних забруднюючих речовин після реконструкції

Речовина	Викид, т/рік
N <sub>02</sub>	2,6
CO	0,62
пил неорганічний SiO <sub>2</sub> 70-20%	0,138

$$Пвс_{N02} = 2,6 \cdot 131 \cdot 2,373 \cdot 1 \cdot 1 = 903,99 \text{ грн.}$$

$$Пвс_{CO} = 0,62 \cdot 4,5 \cdot 2,373 \cdot 1 \cdot 1 = 3,310 \text{ грн.}$$

$$Пвс_{пил} = 0,138 \cdot 19,5 \cdot 2,373 \cdot 1 \cdot 1 = 6,386 \text{ грн.}$$

(Аалогічно обраховані інші речовини)

$$\Sigma Пвс = 10734,85827 \text{ грн.}$$

$$\Sigma Пвс - 100\%$$

$$X - 20\%$$

1)  $X_{20\%} = 10734,85827 \cdot 20\% / 100\% = 2146,972$  грн. - до місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища, що утворюються у складі сільських, селищних, міських бюджетів, на рахунки, що відкриваються

на ім'я відповідних фінансових органів за відповідним кодом бюджетної класифікації.

2)  $X_{30\%} = 10734,85827 \cdot 30\% / 100\% = 3220,457$  грн. - до Державного фонду охорони навколишнього природного середовища, що утворюється у складі Державного бюджету України, на окремі рахунки, що відкриваються на ім'я територіальних органів Державного казначейства за відповідним кодом бюджетної класифікації.

3)  $X_{50\%} = 10734,85827 \cdot 50\% / 100\% = 5367,429$  грн. - до місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища, що утворюються у складі бюджету Автономної Республіки Крим, обласних бюджетів, на окремі рахунки, що відкриваються на ім'я Міністерства фінансів Автономної Республіки Крим, обласних фінансових управлінь за відповідним кодом бюджетної класифікації.

5.5. Розрахунок розмірів відшкодування збитків за наднормативні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Розрахунки наднормативних викидів ( $M_i$ ) здійснюються шляхом визначення різниці між фактичними і дозволеними потужностями викидів, з урахуванням часу роботи джерела в режимі наднормативного викиду. Розрахунок виконується за формулою:

$$M_i = 0,0036 (V_i C_i - M_{qi}) T,$$

де:  $V_i$  – об'ємна витрата газопилового потоку на виході з джерела,  $\text{м}^3/\text{с}$ ,

$C_i$  – середня концентрація  $i$ -тої забруднюючої речовини (із серії відібраних проб)  $\text{г}/\text{м}^3$ . розрахована як середня арифметична;

$M_{qi}$  – потужність дозволеного викиду  $i$ -тої забруднюючої речовини по даному джерелу,  $\text{г}/\text{с}$ ;

$T$  – час роботи джерела в режимі наднормативного викиду, годин.

Розрахунок розмірів відшкодування збитків за наднормативні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря ведеться на основі розміру мінімальної заробітної плати з урахуванням обсягів наднормативних викидів і регулюючих коефіцієнтів. Розмір компенсації збитків в одиницях національної валюти визначається за формулою:

$$З = M_i \cdot 1,1П \cdot A_i \cdot K_T \cdot K_{zi}, \text{ грн}$$

де:  $З$  – розмір компенсації збитків, одиниць національної валюти;

$M_i$  – маса  $i$ -тої забруднюючої речовини, що викинута в атмосферне повітря понад нормативно, тонн;

$1,1П$  – базова ставка компенсації збитків в частках мінімальної заробітної плати ( $П$ ) за одну тонну умовної забруднюючої речовини на момент перевірки, одиниць національної валюти/тонну;

$A_i$  – безрозмірний показник відносної небезпечності  $i$ -тої забруднюючої речовини;

$K_T$  – коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості;

$K_{zi}$  – коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту  $i$ -тою забруднюючою речовиною.

Безрозмірний показник відносної небезпечності  $i$ -тої забруднюючої речовини ( $A_i$ ) визначається із співвідношення за формулою

$$A = 1 / ГДК_i,$$

де:  $ГДК_i$  – середньодобова граничне допустима концентрація або орієнтовно безпечний рівень впливу (ОБРВ)  $i$ -тої забруднюючої речовини,  $мг/м^3$ .

1. До реконструкції:

$$V = 13,626 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$C_{N02} = 0,12 \text{ г/м}^3; \quad Mq_{N02} = 1 \text{ г/с};$$

$$C_{CO} = 3,28 \text{ г/м}^3; \quad Mq_{CO} = 1,5 \text{ г/с};$$

$$C_{пил} = 0,17 \text{ г/м}^3; \quad Mq_{пил} = 1 \text{ г/с};$$

$$T = 720 \text{ год.}$$



$$M_{N02} = 0,0036 \cdot (13,626 \cdot 0,12 - 1) \cdot 720 = 1,65 \text{ т.}$$

$$M_{CO} = 0,0036 \cdot (13,626 \cdot 3,28 - 1,5) \cdot 720 = 111,96 \text{ т.}$$

$$M_{\text{пил}} = 0,0036 \cdot (13,626 \cdot 0,17 - 1) \cdot 720 = 3,41 \text{ т.}$$

Мі з попередньої формули;

$$1,1 \cdot 17 = 18,7 \text{ грн};$$

$$A_{N02} = 1/0,04 = 25; A_{CO} = 1/3 = 0,33; A_{\text{пил}} = 1/0,1 = 10.$$

$$K_T = K_{\text{нас}} \cdot K_{\phi} = 1 \cdot 1 = 1;$$

$$K_{3_{N02}} = 0,06/0,04 = 1,5;$$

$$K_{3_{CO}} = 4/3 = 1,33;$$

$$K_{3_{\text{пил}}} = 0,025/0,1 = 0,25.$$

Отже,

$$Z_{N02} = 1,65 \cdot 18,7 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1157,06 \text{ грн.}$$

$$Z_{CO} = 111,96 \cdot 18,7 \cdot 0,33 \cdot 1 \cdot 1,33 = 918,9 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{пил}} = 3,41 \cdot 18,7 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,25 = 159,42 \text{ грн.}$$

$$\Sigma \text{Здо} = 1157,06 + 918,9 + 159,42 = 26824,56 \text{ грн.}$$

2. Після реконструкції:

$$V = 13,626 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$C_{N02} = 0,08 \text{ г/м}^3; Mq_{N02} = 1 \text{ г/с};$$

$$C_{CO} = 2,6 \text{ г/м}^3; Mq_{CO} = 1,5 \text{ г/с};$$

$$C_{\text{пил}} = 0,11 \text{ г/м}^3; Mq_{\text{пил}} = 1 \text{ г/с};$$

$$T = 720 \text{ год.}$$

$$M_{N02} = 0,0036 \cdot (13,626 \cdot 0,08 - 1) \cdot 720 = 0,23.$$

$$M_{CO} = 0,0036 \cdot (13,626 \cdot 2,6 - 1,5) \cdot 720 = 87,94.$$

$$M_{\text{пил}} = 0,0036 \cdot (13,626 \cdot 0,11 - 1) \cdot 720 = 1,29 .$$

Мі з попередньої формули;

$$1,1 \cdot 17 = 18,7 \text{ грн};$$

$$A_{N02} = 1/0,04 = 25; A_{CO} = 1/3 = 0,33; A_{\text{пил}} = 1/0,1 = 10.$$

$$K_T = K_{\text{нас}} \cdot K_{\phi} = 1 \cdot 1 = 1;$$

$$K_{3_{N02}} = 0,06/0,04 = 1,5;$$

$$K_{3_{CO}} = 4/3 = 1,33;$$

$$K_{з\text{ пил}} = 0,025/0,1 = 0,25.$$

Отже,

$$З_{\text{NO}_2} = 0,23 \cdot 18,7 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 1,5 = 161,28 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{CO}} = 87,94 \cdot 18,7 \cdot 0,33 \cdot 1 \cdot 1,33 = 721,76 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{пил}} = 1,29 \cdot 18,7 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,25 = 60,31 \text{ грн.}$$

$$\Sigma \text{Після} = 161,28 + 721,76 + 60,31 = 943,35 \cdot 12 = 11320,2 \text{ грн.}$$

## 5.6. Визначення еколого-економічного ефекту

Найпростіший метод визначення нанесених збитків від забруднення довкілля визначають за формулою:

$$З = З_1 - З_2.$$

де  $З$  – зменшення збитків від забруднення;

$З_1$  – величина збитків до впровадження екологічних заходів;

$З_2$  – величина збитків, визначених після впровадження екологічних заходів.

Ефективність капіталовкладень використаних на природоохоронні заходи визначають за формулою:

$$E_k = З/К.$$

де  $E_k$  – ефективність капіталовкладень використаних на оздоровлення навколишнього середовища;

$З$  – повітря;

$К$  – величина капіталовкладень, використаних для зменшення викидів шкідливих речовин.

Зменшення викидів окремих забруднювачів визначають зіставляючи рівень забруднення до впровадження останніх. Ефективність використання обладнання внаслідок поліпшення середовища визначається за приростом чистої продукції через скорочення простоїв і ремонту обладнання, зниження витрат на його утримання тощо.

Економічний результат природоохоронних заходів (Р) визначається за величиною економічних збитків ( $Y_{\text{пр}}$ ), та величиною додаткового доходу ( $\Delta D$ ):

$$P = Y_{\text{пр}} + \Delta D,$$

де:  $Y_{\text{пр}}$  величина попереднього економічного збитку;

$\Delta D$  – річний приріст доходу /додатковий дохід/ внаслідок поліпшення виробничих досягнень.

Річні витрати на здійснення природоохоронних заходів визначаються за формулою:

$$Z = C + E_n \cdot K,$$

де:  $C$  – експлуатаційні витрати;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (коефіцієнт дисконтування),  $E_n = 0,15$ .

$K$  – одноразові капітальні вкладення.

Розмір чистого економічного річного ефекту:

$$E_{\text{п}} = P - Z = (Y_{\text{пр}} + \Delta D) - (C + E_n \cdot K).$$

$$Z = \Sigma Z_{\text{до}} - \Sigma Z_{\text{після}} = 26824,56 - 11320,2 = 15504,36 \text{ грн.}$$

Запропоноване обладнання, яке зменшить викиди в атмосферне повітря:

1) Зернистий фільтр ФЗГІ-0,5 (очищує пил неорганічний  $\text{SiO}_2$  70-20% - 40 000 грн.

2) Термокatalітична установка МС 02003 (очищує атмосферне повітря від  $\text{CO}$  і  $\text{NO}_2$ ) - 90 000 грн.

$$K = 130\,000 \text{ грн.}$$

Ефективність капіталовкладень використаних на природоохоронні заходи:

$$E_k = Z_{\text{NO}_2} + Z_{\text{CO}} + Z_{\text{пил}} / K = 26824,56 / 130\,000 = 0,2.$$

$$Y_{\text{пр}} \text{ взяла як } Z_{\text{NO}_2} + Z_{\text{CO}} + Z_{\text{пил}} = 15504,36$$

$\Delta D = 19\,695,64$  грн (оскільки джерело 1 (скловарна піч №1) зупиняється через малу продуктивність, кошти не сплачуватимуться за природний газ, на заробітну плату робочим, на поточні ремонти).

Економічний результат природоохоронних заходів:

$$P = Y_{\text{пр}} + \Delta D = 15\,504,36 + 19\,695,64 = 35\,200 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні затрати:

$$C = 12\,000 \text{ грн.}$$

Річні витрати на здійснення природоохоронних заходів:

$$З = C + E_n \cdot K = 12\,000 + 0,15 \cdot 130\,000 = 31\,500 \text{ грн.}$$

Розмір чистого економічного річного ефекту:

$$E_{\text{п}} = P - З = (Y_{\text{пр}} + \Delta D) - (C + E_n \cdot K) = 35\,200 - 31\,500 = 3\,700 \text{ грн.}$$

### 5.7 Строк окупності установок

Строк окупності установок визначається за формулою:

$$T_{\text{окуп}} = K / З = 1 / E_{\text{к}} = 130\,000 / 26\,824,56 = 5 \text{ років.}$$

## Розділ VI

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 6.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на підприємстві

Діюче ТОВ "Бучанський завод склотари" є спеціалізованим підприємством по випуску склотари. Виробництво не впливає шкідливо на працюючих при дотриманні правил безпечного ведення процесів, зв'язаних з використанням травмонебезпечного обладнання. На виробничих ділянках передбачена загальнообмінна приточно-витяжна вентиляція. Конструкція обладнання, використовуваного у виробництві забезпечує безаварійність і надійність в експлуатації, стабільність технологічного процесу.

Основним технологічним обладнанням, що вносить вагомий склад в забруднення довкілля – є скловарні печі: джерело 1 (скловарна піч 1) та джерело 24 (скловарна піч 2).

Виробничими процесами, діяльність яких пов'язана з утворенням забруднюючих речовин і викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря є виготовлення скляної тари в асортименті, пакування його та відвантаження споживачу.

Технологічний процес виробництва включає розвантаження сировини, складування і зберігання сировини, обробку сировинних матеріалів, приготування шихти, завантаження шихти в скловарну піч, варку скломаси, підготовка скломаси до формування, формування скловиробів, нанесення зміцнюючого покриття на скловироби, відпал виробів. Сушка піску здійснюється в сушильному барабані СМ-45 – виділення  $\text{NO}_2$ , пилу неорганічного  $\text{SiO}_2 > 70\%$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ .

Варка скла здійснюється в ванних печах безперервної дії. На ТОВ «БЗС» є зварювальні дільниці, на яких встановлено газоелектрозварювальні апарати ВД-301-43, максимальна виробнича потужність яких 0,8 кг/год електродів – виділення в атмосферу таких речовин як  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NiO}_3$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{HF}$ .

З табл. 2.3 та 2.4 випливає, що порогові значення перевищують такі викиди забруднюючих речовин: азоту діоксид, водень хлористий, сажа, ангідрид сірчистий, вуглецю оксид, вуглеводні граничні C12-C19, пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: вище 70, пил неорганічний, який містить двоокис кремнію у %: 70-20 та вуглекислий газ.

Тепер проаналізуємо шкідливі і небезпечні чинники.

По природі дії на організм людини небезпечні і шкідливі виробничі чинники (НВЧ і ШВЧ) підрозділяються на чотирьох групи: фізичні, хімічні; біологічні; психофізіологічні.

До фізичних ШВЧ на ТОВ «БЗС» можна віднести частини машин; рухомі частини виробничого обладнання; сировина, що рухається під час оброблення; недостатність природного освітлення; підвищений рівень вібрації, шуму на робочих місцях; підвищена запиленість і загазованість, випромінювання.

Хімічні чинники - підвищена загазованість повітря робочої зони; подразнювальна дія мийних і дезінфекційних засобів.

Біологічні НВЧ - патогенні мікроорганізми та продукти їх життєдіяльності.

Психофізіологічні НВЧ: нервово-емоційні перевантаження; монотонність; статичне, динамічне навантаження; робота в нічну зміну і т.д.

Ведення ряду технологічних процесів супроводжується виділенням у повітря робочої зони шкідливих хімічних речовин у виді парів, газів і пилу.

## 6.2. Технічні та організаційні заходи захисту від небезпечних і шкідливих виробничих факторів

З метою запобігання або зменшення впливу на працюючих шкідливих і небезпечних виробничих чинників застосовують засоби колективного та індивідуального захисту.

Засоби колективного захисту призначені для:

- нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць (вентиляція, кондиціонування, опалення, автоматичний контроль і сигналізація);

- нормалізації освітлення виробничих приміщень і робочих місць (джерела світла, освітлювальні прилади, світлозахисне обладнання, світлофільтри);

- захисту від іонізуючих, інфрачервоних, ультрафіолетових, електромагнітних, лазерних, магнітних та електричних полів (огородження, герметизація, знаки безпеки, автоматичний контроль і сигналізація, дистанційне керування тощо);

- захисту від шуму, вібрації (огородження, звукоізоляція, віброізоляція);

- захисту від ураження електричним струмом (різні види огородження, захисне заземлення, автоматичне відключення, дистанційне керування);

- захисту від дії механічних факторів (огородження, автоматичний контроль і сигналізація, знаки безпеки);

- захисту від хімічних факторів (огородження, герметизація, вентиляція та очищення повітря, дистанційне керування, знаки безпеки);

- захисту від високих і низьких температур навколишнього середовища (огородження, автоматичний контроль і сигналізація, дистанційне керування).

Створення на робочому місці сприятливих і безпечних умов праці тісно пов'язане із забезпеченням робітників спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Засоби індивідуального захисту, залежно від призначення, на ТОВ «БЗС» застосовують такі:

- ізолюючі костюми (пневмокостюми);

- засоби захисту органів дихання (протигази, респіратори, пневмошоломи, пневмомаски).

### 6.3. Розрахунок освітленості

Розрахунок ведеться за світловим потоком по формулах:

$$\text{Визначення площі приміщення } S = a \cdot b; \quad (1)$$

$$\text{Визначення індексу приміщення } i = S / (h - h_1) \cdot (a + b); \quad (2)$$

Визначення потрібної кількості світильників

$$N = 100 \cdot E \cdot S \cdot K_3 / U \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}}, \quad (3)$$

де

$E$  – необхідна освітленість горизонтальної площини, лк

$S$  – площа приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$K_3$  – коефіцієнт запасу ( $K_3 = 1,25$ );

$U$  – коефіцієнт використання освітлювальної установки;

$\Phi_{\text{л}}$  – світловий потік однієї лампи, лк;

$n$  – кількість ламп у світильнику.

Примітки:

Світловий потік лампи світильника визначається за відповідними каталогами фірм виробників ламп. Необхідна освітленість визначається за нормами освітленості для конкретних типів приміщень. Коефіцієнт запасу потрібно збільшувати при розрахунку освітленості в приміщеннях з великою концентрацією пилу, при постійно зниженій напрузі в мережі тощо. Коефіцієнт використання визначається для конкретного типу світильника за таблицею, що приведена нижче. Коефіцієнт використання залежить від індексу приміщення та коефіцієнтів відбиття стелі, стін та підлоги.

Біла поверхня (побілка, білі шпалери, біла плитка) – 70. Світла поверхня (світлі шпалери, світла стеля, світла фарба) – 50. Поверхня середньої світлості (світлий паркет, світлий лінолеум, не світла фарба, не світлі шпалери) – 30. Темна поверхня (темний паркет, темна фарба, темний лінолеум, темні шпалери) – 10.

Порядок розрахунку:

Визначаємо параметри приміщення (довжину, ширину, висоту, висоту робочої площини, площу за формулою (1), індекс приміщення за формулою (2). Вибираємо тип світильника Northcliffe, який використовуватиметься в приміщенні. В таблиці коефіцієнтів використання



для вибраного світильника визначаємо коефіцієнт використання для даного приміщення (стовпчик визначається коефіцієнтами відбиття, рядок визначається індексом приміщення). Якщо індекс нашого приміщення буде посередині даних, вказаних в таблиці, беремо середнє арифметичне значень коефіцієнтів використання. Визначаємо за каталогом фірми виробника ламп, світловий потік в лампах світильника, що використовується.

Вибираємо необхідний рівень освітленості вашого приміщення (згідно з вимогами норм). Вибираємо коефіцієнт запасу. (Зазвичай  $K_z=1,25$ ).

За формулою (3) розраховуємо кількість світильників, необхідну для освітлення приміщення.

Приміщення:  $a = 15$  м,  $b = 12$  м,  $h = 4$  м,  $h_1 = 0,8$  м. Площа приміщення  $S = 180$  м<sup>2</sup>. Індекс приміщення  $i \approx 2$ . Побілена стеля, світлі шпалери, темний паркет => коефіцієнти відбиття стелі - 70, стін - 50, підлоги - 10.

Виберемо світильник NC-2AC418C (Пассат) – Таблиця 6.1.

Таблиця 6.1 - Параметри залежності коефіцієнта використання

Індекс приміщення, $i$	Коефіцієнти відбиття стелі /стін/підлоги, %
1	2
70	
50	
30	70
50	
10	70
30	
1	2
10	50
50	
30	50
50	
10	50
30	
10	30
10	

Коефіцієнт використання,  $U$

0.60 33 32 27 32 31 27 24

0.80	40	38	34	39	37	33	31
1.25	49	46	43	48	45	42	40
2.00	59	53	51	56	52	50	47
3.00	63	57	55	60	56	53	52
5.00	68	60	58	65	59	57	56

Виберемо в таблиці для світильника NC-2AC418C (Пассат) рядок, що відповідає індексу приміщення  $i = 2$ , та стовпчик, що відповідає коефіцієнтам відбиття поверхні кімнат. Відповідний даному випадку коефіцієнт використання визначається перетинанням. Світловий потік люмінесцентної лампи T8 18 Вт світильника NC-2AC418C (Пассат) за каталогом фірми Osram дорівнює  $\Phi_{\text{л}} = 1150$  лм. Рівень освітленості офісного приміщення має дорівнювати 500 лк.  $K_3 = 1,25$  (звичайне офісне або торгове приміщення)

8. Кількість світильників NC-2AC418C (Пассат) для освітлення даного приміщення дорівнює:  $N = 100 \cdot 500 \cdot 180 \cdot 1,25 / 53 \cdot 4 \cdot 1150 = 11250000/243800 = 46$  світильників.

#### 6.4. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки підприємства

Всі працівники підприємства зобов'язані виконувати правила пожежної безпеки, знати та вміти користуватись первинними засобами гасіння пожеж і протипожежним інвентарем, а також повідомляти у найближчу пожежну охорону про виникнення пожежі. Усі працівники при прийомі на роботу проходять вступний протипожежний інструктаж в службі охорони праці підприємства. Вступний інструктаж реєструється в спеціальному журналі. Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично 1 раз на 3 роки проходять навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Територія підприємства повинна освітлюватись. Утримання евакуаційних шляхів і виходів. Протипожежне водопостачання, двері, перекриття і т.п. повинні утримуватись у справному робочому стані.

Електричні машини, обладнання, електродвигуни, світильники та ін. Повинні мати апаратуру захисту від струмів короткого замикання та інших аварійних режимів. Електрощити повинні бути оснащені схемою підключення споживачів з пояснювальними написами.

Не дозволяється:

- експлуатація кабелів з пошкодженою ізоляцією;
- залишати під напругою кабелі та провід з неізольованими струмопровідними жилами;
- застосовувати саморобні подовжувачі;
- застосовування для опалення приміщень саморобного електронагрівального обладнання;
- користуватись пошкодженими розетками, відгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами;
- використовувати світильники з лампами розжарювання без захисного суцільного скла (ковпака) в пожежебезпечних зонах.

На підприємстві нараховується сімнадцять одиниць автомобільного транспорту. Весь транспорт розміщується на спеціальному майданчику. В бокс транспорт заганяється тільки для проведення ремонту.

На підприємстві відпрацьований порядок направлення і прибуття (доставки) пожежної техніки (пожежних автомобілів) на місце пожежі в разі виклику пожежної частини, розроблена схема руху транспорту.

Будівлі, споруди, приміщення, технологічні установки забезпечені первинними засобами пожежегасіння: вогнегасниками, ящиками з піском, совковими лопатами, пожежними відрами, пожежним інструментом (гаками, ломачами, сокирами тощо), які використовуються для локалізації і ліквідації пожеж у їх початковій стадії розвитку.

Для розміщення первинних засобів пожежегасіння у виробничих, складських приміщеннях, будівлях, спорудах, а також на території підприємства встановлені спеціальні пожежні щити (стенди).

На пожежних щитах повинні розміщуватись ті первинні засоби гасіння пожежі, які можуть застосовуватись в даному приміщенні, установці. На них вказано їх порядковий номер та номер телефону виклику пожежної охорони.

Пожежні щити повинні забезпечувати:

- захист вогнегасників від потрапляння прямих сонячних променів;
- зручність та оперативність зняття закріплених на щиті комплектуючих виробів.

Пожежний ручний інструмент підлягає періодичному обслуговуванню, яке включає такі операції:

- очищення від пилу, бруду та слідів корозії;
- відновлення пофарбувань з урахуванням вимог стандартів;
- випрямлення ломів та гаків для виключення залишкової деформації після використання.

Вогнегасники слід встановлювати у легкодоступних та помітних місцях, а також у пожежебезпечних місцях, де найбільш вірогідна поява осередків пожежі. При цьому необхідно забезпечити їй захист від попадання прямих сонячних променів та дії опалювальних та нагрівальних приладів.

Переносні вогнегасники повинні розміщуватись шляхом навішування на вертикальні конструкції а висоті є більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатній для її повного відчинення.

Вогнегасники повинні мати:

- інвентарі номери за прийнятою системою нумерації;
- пломби на пристроях ручного пуску;
- бирки та маркувальні написи на корпусі, червоне сигнальне пофарбування.

Використані вогнегасники відправляються на перезарядку або заміну.

На підприємстві використовують вогнегасники двох типів: порошкові та вуглекислотні.

Порошкові вогнегасники ОП застосовуються для гасіння твердих речовин, а також легкозаймистих речовин (бензин, керосин та ін.). газів та для електроустановок напругою до 1000 В.

Для проведення його в дію необхідно зірвати пломбу, із ковпачка горловини витягнути чеку, натиснути кнопку. Вихід заряду відбувається при безперервному і дуже швидкому натисканні на ковпачок. Сопло направити на вогонь і натиснути на важіль. Тиск у вогнегаснику  $9 \text{ кгс/см}^2$ . Гасіння пожежі починати а відстані 2 - 3 м.

Вуглекислотний вогнегасник ОУ використовують для гасіння рідких речовин, не розчинених в воді, загорянь архівів, цінних паперів, електронно-обчислювальної техніки, електроустановок напругою до 1000 В. Робочий тиск в корпусі вогнегасника  $58 \text{ кгс/см}^2$ . Вогнегасник представляє собою стальний балон, наповнений рідким двоокисом вуглецю ( $\text{CO}_2$ ). В горловину балона вкручений запірний засіб, який має запобіжний пристрій.

## ВИСНОВКИ

1. В перших розділах проекту проаналізований стан скловарного виробництва до реконструкції. Проведений аналіз впливу підприємства на атмосферне повітря.

2. В результаті інвентаризації викидів шкідливих речовин від основних джерел забруднення атмосфери встановлено, що найбільші викиди серед газоподібних речовин припадають на NO<sub>2</sub>, CO, які відповідно складають 271,889 т/рік і 66,852 т/рік, а серед пилових домішок пил неорганічний SiO<sub>2</sub> 70 - 20% - 17,295 т/рік.

3. В результаті аналізу вищезазначених викидів за джерелами найбільші інтенсивності NO<sub>2</sub>, CO, пилу неорганічного SiO<sub>2</sub> 70 - 20% зосереджені на дж. 24 (скловарна піч №5), а валові викиди відповідно складають 47%, 24% і 25% від загальної кількості викидів цих речовин.

4. Проведений розрахунок розсіювання шкідливих речовин від основних джерел забруднення атмосфери свідчить також про перевищення ГДК в довкіллі підприємства відповідно в 5,7, 1,4 і 2,6 рази для джерела №24.

5. Проектом реконструкції пропонується застосування двохступеневої схеми очищення, яка забезпечує зменшення пилових викидів на 99% та газових викидів на 98%.

6. Обґрунтовано вибір обладнання I-ої та II-ої стадій очищення, причому за рахунок використання зернистого фільтр-циклону ФЗГІ-0,5 необхідний ступінь очищення по пиловому фактору забезпечується одним апаратом, який спрямований на очищення від крупно-, середньо- та мілкодисперсного пилу і містить в собі 2 етапи очищення.

7. Процес газоочищення відбувається з використанням перспективного каталітичного методу, який реалізується шляхом термокаталітичної установки МС 02003.

8. Запропоноване обладнання забезпечує зменшення валових викидів  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  відповідно до 2,6 т/рік і 0,62 т/рік, а по пилу неорганічному  $\text{SiO}_2$  70 - 20% - до 0,138 т/рік.

9. Згідно проведених розрахунків розсіювання шкідливих речовин в атмосферному повітрі після реконструкції запропоновані рішення забезпечують приземні концентрації шкідливих речовин, що не перевищують ГДК навіть за несприятливих гідрометеорологічних умов та забезпечують нормативний стан атмосфери.

10. Проведена узагальнена економічна оцінка впровадження природоохоронних заходів: зменшені суми збору за викиди забруднюючих речовин на 70 200 грн/рік. Розмір капіталовкладень складає 260 000 грн. Термін окупності – 5 років.

## СПИСОК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ОВНС ТОВ «Бучанський завод склотари», 2013 р., 5-17 с.
2. Технологічний регламент на процес виготовлення скляної тари ТОВ «Бучанський завод склотари», 2008 р., 3-31с.
3. Збірник методик по визначенню шкідливих речовин в газоповітряних сумішах. Мінприроди України, м. Київ, 1993 р., 5-9с.
4. ГОСТ 12.2.3.02-78. Охорона природи. Атмосфера. Правила встановлення допустимих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами. М.: Видавництво стандартів, 1979 р., 37-45с.
5. Звіт з інвентаризації джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу на проммайданчику ТОВ «Бучанський завод склотари», 2018 р., 12-36с.
6. Балабеков О.С., Балтаев Л.Ш. Очистка газов в стекольной промышленности. – М: Химия, 1991г. – 252с.
7. Белоусов В.В. Теоретические основы процессов газоочистки: Ученик для вузов. – М: Металургия, 1986 г. – 259с.
8. Вальдберг А.Ю. и др. Технология пылеулавливания. –
9. Л: Машиностроение, 1985 г. – 423с.
10. Качан В.Н., Акишина А.Г. Теоретические основы очистки воздуха. – Макеевка: Дон РАСА, 2003 г. – 130 с.
11. Константинов З.И. Защита воздушного бассейна от промышленных выбросов. – М: Стройиздат, 1981 г. – 104 с.
12. Кельцев Н.В. Основы абсорбционной техники. – М: Химия,
13. 1976 г. – 516 с.
14. Дерейко Х.О., Гумницький Я.М., Мальований М.С –
15. патент 37506 - Очищення промислових викидів, 2001р.
16. Семенова Т.А. Очистка технологических газов . – М: Химия , 1968 г. – 392 с.



17. Очистка и рекуперация промышленных выбросов / Под ред. В Ф Максимова и И.В. Вольфа. — 2-е изд. - М.: Лесная промышленность, 1981. — 640 с.
18. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции. / Батурин В.В. - М.: Профиздат, 1985. — 608 с.
19. Очистка технологических газов / Под ред. Т.А. Семеновой и И.Л. Лейтеса. — 2-е изд. — М.: Химия, 1977. — 488 с.
20. Посохин В.Н., Методика расчета активированных отсосов / Посохин В.Н., Бройда В.А. — Водоснабжение и санитарная техника. 2009. № 5. С. 12 - 13.
21. Градус Л.Я. Характеристика і способи знешкодження викидів ділянок механічної обробки матеріалів на машинобудівних заводах. / Градус Л.Я., Попов Ю.А. — К.: Машинобудування, 1996. — 81 с.
22. Будівельні норми і правила. СНіП 2.04.05-86. Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря. М.: Будіздат, 1987. — 61 с.
23. Будівельні норми і правила. СНіП 11-3-79\*. Будівельна теплотехніка. М.: Будіздат, 1982. — 40 с
24. Шепелев І.А. Теоретичне обґрунтування дії бортових аспіраторів / Опалення, вентиляція і кондиціювання повітря. / Зб. праць «Хімпром». - Харків, 2010. №37. С. 33 - 39.
25. Ельтерман Є.М. Експлуатація вентиляційних систем хімічних виробництв. / Ельтерман Є.М., Ельтерман Л.Е. Л.: Хімія, 1986. — 112 с.
26. Промислова екологія: навч. посібник / [С.О. Апостолук, В.С. Джигирей, А.С. Апостолук та ін.]. — К.: Знання, 2005. — 474 с.
27. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навч.посібник / Джигирей В.С. — К.: Т-во «Знання», КОО, 2007. — 203 с.
28. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД. Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 94 с.